GREGG M. SINCLAIR LIBRARY
UNIVERSITY OF HAWAII

EXPERIENTIA

EST EXPERIENTIA SCIENTIA PARACELSUS

MONATSSCHRIFT FÜR DAS GESAMTE GEBIET DER NATURWISSENSCHAFT
REVUE MENSUELLE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES
RIVISTA MENSILE DI SCIENZE PURE E APPLICATE
MONTHLY JOURNAL OF PURE AND APPLIED SCIENCE

Herausgeber:
A. v. MURALT · L. RUZICKA · J. WEIGLE
Bern Zürich Genève
Redaktion: P.-D. Dr. H. Mislin, Basel

VERLAG BIRKHÄUSER AG., BASEL 10 – SCHWEIZ – SUISSE – SVIZZERA – SWITZERLAND
Telephon: Basel Nr. 4 98 00 - Telegr.-Adr.: Edita Basel

Vol. I - Nr. 3 15. Juni 1945 Fr. 2.—

INHALT - SOMMAIRE - SOMMARIO - CONTENTS

H. Baumgartner, C. R. Extermann, P. C. Gugelot, P. Preiswerk und P. Scherrer: «Die Cyclotron-Anlage der Eidg. Technischen Hochschule» 69
R. Matthey: «L'évolution de la formule chromosomiale chez les Vertébrés» (suite) 78
H. Hadwiger: «Die Erfahrungsnachwirkung bei Wahrscheinlichkeiten» 87

Vorläufige Mitteilungen - Communications provisoires
Comunicati provvisori - Preliminary reports

H. Pallmann und H. Deuel: «Über die Einwirkung von Chlordioxyd auf Pektinstoffe» 89
F. Hunziker und T. Reichstein: «Konfiguration des Digitoxigenins» 90
W. Wilbrandt: «Folgt die Hämolyse dem Alles-oder-Nichts-Gesetz?» 91
A. Mercier: «Hypothèse d'identité entre le fin et le grossier comme base de la statistique» 92
H. Staub: «Penicillin-Inhalation» 92
H. Dubois-Ferrière: «La toxémie traumatique» 94
H. Bloch und H. Süllmann: «Trehalase in Tuberkelbazillen» 94

Bücherbesprechungen - Compte rendu des publications - Resoconti delle pubblicazioni - Reviews

«L'évolution physiologique. Étude des pertes de fonctions chez les microorganismes». Par André Lwoff. Paris (Actualités scientif. et industr., nº 970, Hermann, éd.), 1944. (Ref. D. Bovet) 95
«Schulung und Naturerkenntnis.» Von P. Niggli. Zürich (Eugen Rentsch Verlag), 1945 (Ref. P. Bearth) 95
«Helium.» By W. H. Keesom. Amsterdam (Elsevier), 1942. (Ref. E. Miescher) 96
«Kosmische Strahlung.» Vorträge, gehalten im Max-Planck-Institut, Berlin-Dahlem, von E. Bagge, F. Bopp, S. Flügge, W. Heisenberg, A. Klemm, J. Meixner, G. Molière, H. Volz, C. F. v. Weizsäcker, K. Wirtz. Herausgegeben von Werner Heisenberg. Berlin (Springer-Verlag) 1943. Ref. M. Fierz) 96

Informationen - Informations - Informazioni - Notes

Experientia vor (150) Jahren - Allgemeine Biologie — ein Hochschulproblem - Bundessubventionen für Forschungsprojekte in der Schweiz 97/98

Die «Experientia» stellt sich die Aufgabe:

1. durch *zusammenfassende Originalartikel* in einer der wissenschaftlichen Hauptsprachen von Autoren aus verschiedenen Ländern über Forschungsergebnisse berichten zu lassen, die im Vordergrund des Interesses stehen;

2. kurze *vorläufige Mitteilungen* aufzunehmen;

3. durch Besprechung neuerschienener *Bücher*, durch Referate über *Kongresse* und *Versammlungen* sowie durch andere Mitteilungen über die bedeutendsten Ereignisse des naturwissenschaftlichen Lebens zu informieren.

Experientia» si pone come compito di portare:

1. *articoli originali riassuntivi*, in una delle principali lingue usate dalla scienza, ad opera di autori di diversi paesi, su risultati scientifici di grande interesse;

2. *brevi comunicazioni provvisorie;*

3. *recensioni di nuovi libri, relazioni di congressi e riunioni*, come pure altre comunicazioni su importanti avvenimenti sul campo delle scienze naturali.

«Experientia»

1. publiera des *articles originaux* écrits dans une des langues principales sur les recherches scientifiques récentes;

2. publiera de *brèves communications;*

3. informera ses lecteurs des événements marquants de la vie scientifique, donnera des *comptes rendus concernant les récentes publications, les congrès et les assemblées.*

The aim of «Experientia» is:

1. to publish comprehensive articles embodying the results of recent scientific research. These will be written in one of the principal scientific languages and contributed by authors in various contries;

2. to publish *brief reports;*

3. to give information about the most important events in natural science by means of *reviews of the latest books, reports on congresses and meetings*, as well as through other communications.

EXPER.

Die «Experientia» erscheint am 15. jedes Monats und kann im In- und Auslande durch jede Buchhandlung oder direkt beim unterzeichneten Verlag bezogen werden. Der Preis einer Einzelnummer beträgt Fr. 2.—. Bei direkter Zustellung durch den Verlag kostet das Jahresabonnement Fr. 20.—. Beim Versand ins Ausland erfolgt Zuschlag der Portokosten. Preise in Schweizerwährung.

Alle Zuschriften an die Redaktion der «Experientia» sind ausschließlich an den unterzeichneten Verlag zu richten.

Redaktionsschluß 25 Tage vor Erscheinungstermin, d. h. am 20. des Monats für den folgenden Monat.

Die Autoren erhalten für ihre Beiträge ein Honorar und auf Wunsch 100 Gratisseparatabzüge im Format 14,5 × 21 cm ohne Umschlag. Die Kosten für weitere Sonderdrucke und für Umschläge sind beim Verlag zu erfragen. Separatabzüge sind *vor* dem Druck der Zeitschrift zu bestellen.

Preise für Inlandanzeigen: 1/1 Seite Fr. 200.—, 1/2 Seite Fr. 120.—, 1/4 Seite Fr. 70.—; für Vorzugsseiten besondere Vereinbarung. Inseratenannahme: *Senger-Annoncen*, Zürich 2, Gotthardstraße 61, Tel. 25 22 02; Basel: Tel. 3 74 92.

Die «Experientia» wird in der Schweiz gedruckt.

Verlag Birkhäuser AG., Basel 10 (Schweiz), Elisabethenstraße 15, Tel. 4 98 00; Telegrammadresse: Edita Basel

---

L'«Experientia» paraît le 15 de chaque mois. Vente et abonnement dans toutes les librairies suisses et étrangères, ou directement chez l'éditeur. Prix du numéro fr. 2.—. Abonnement pour un an, chez l'éditeur, fr. 20.—; pour l'étranger port en sus. Ces prix s'entendent en francs suisses.

Adresser toute correspondance touchant la rédaction de l'«Experientia» exclusivement à l'éditeur soussigné.

Dernier délai d'admission pour les manuscrits: 25 jours avant la parution, c'est-à-dire le 20 du mois pour le numéro du mois suivant.

Il sera versé des honoraires aux auteurs pour leurs communications, et ils recevront gratuitement, s'ils le désirent, 100 tirés à part de format 14,5 sur 21 cm., sans couverture. Pour le prix d'un nombre plus grand et pour la couverture, s'adresser à l'éditeur. Les tirages à part doivent être commandés *avant* l'impression du périodique.

Prix pour les annonces, en Suisse: 1/1 page fr. 200.—, 1/2 page fr. 120.—, 1/4 page fr. 70.—. Placements spéciaux: prix sur demande. Annonces: *Senger-Annoncen*, Zurich 2, Gotthardstraße 61, tél. 25 22 02; Bâle: tél. 3 74 92.

L'«Experientia» est imprimée en Suisse.

Editions Birkhæuser S.A., Bâle 10 (Suisse), Elisabethenstraße 15, tél. 4 98 00; adresse télégraphique: Edita Bâle.

«Experientia» esce al 15 di ogni mese e può esser richiesta a ogni libreria svizzera o estera, o anche direttamente alla Casa editrice sotto indicata. Il prezzo del singolo fascicolo è di fr. 2.—. L'abbonamento annuale, fatto presso la casa editrice, è di fr. 20.—. Per la spedizione all'estero vi è l'aggiunta delle spese di porto. I prezzi in divisa svizzera. Tutti gli invii alla redazione di «Experientia» sono da dirigere esclusivamente alla sottoscritta Casa editrice.

La redazione del numero si chiude 25 giorni prima del termine di uscita, cioè al 20 del mese, per il mese seguente.

Gli autori ricevono per i loro contributi un onorario e, su desiderio, 100 estratti nel formato 14,5× 21 cm., senza copertina. Il costo di estratti in più e della copertina viene indicato, su richiesta, dalla casa editrice. Gli estratti vanno ordinati prima della stampa della Rivista.

Prezzi per annunci dalla Svizzera: 1/1 pag. fr. 200.—, 1/2 pag. fr. 120.—, 1/4 pag. fr. 70.—; per pagine speciali, accordi da stabilire. Gli annunci sono da dirigere a *Senger-Annoncen*, Zurigo 2, Gotthardstraße 61, tel. 25 22 02; Basilea: tel. 3 74 92.

«Experientia» si stampa in Isvizzera.

Casa editrice Birkhæuser S.A., Basilea 10 (Svizzera), Elisabethenstraße 15, tel. 4 98 00; Indirizzo telegrammi: Edita Basilea.

«Experientia» is published on the 15th of every month, and can be obtained in any country through the booksellers or from the publishers. The price per number is frs. 2.—, by annual subscription from the publishers by inland-mail frs. 20.—. For dispatch to foreign countries an additional postage-charge is made. Prices in Swiss currency.

All communications to the editors should be addressed to the publishers. All manuscripts for publication in a given number must be in the hands of the publishers on the 20th of the preceding month.

The authors receive for their contributions a fee and, on request, 100 reprints 14,5× 21 cm without cover free of charge.

For the prices of additional reprints and covers, inquiries should be addressed to the publishers. Reprints must be ordered before the number is printed.

Prices for inland-advertising: 1/1 page frs. 200.—, 1/2 page frs. 120.—, 1/4 page frs. 70.—. Advertisements should be sent to *Senger-Annoncen*, Zurich 2, Gotthardstraße 61, phone 25 22 02; Basle: phone 3 74 92.

Published by Birkhäuser Ltd., Basle 10 (Switzerland), Elisabethenstraße 15, Phone 4 98 00; Telegrams: Edita Basle.

Printed in Switzerland / E. Birkhäuser & Cie., Basel

EXPERIENTIA

Vol. 1 - Nr. 3 Pag. 69–98 15. Juni 1945

Die Cyclotron-Anlage der Eidgenössischen Technischen Hochschule

Von H. BAUMGARTNER, C. R. EXTERMANN, P. C. GUGELOT, P. PREISWERK und P. SCHERRER, Zürich

Einleitung: Um künstliche Atom-Umwandlungen hervorzurufen, müssen Atomkerne auf sehr hohe Geschwindigkeit, ungefähr $^1/_{10}$ Lichtgeschwindigkeit, gebracht werden. Diese schnellen Teilchen sind dann imstande, die Barriere des abstoßenden Coulombfeldes, die wegen der positiven Ladung zwischen Atomkernen besteht, zu überwinden und in andere ruhende Atomkerne einzudringen. Durch Vereinigung der zwei sich treffenden Atomkerne entsteht dann ein sehr kurzlebiger Zwischenkern, der sofort wieder zerfällt. Bei diesem Zerfall entstehen wegen Umgruppierung der in den ursprünglichen Kernen vorhandenen Protonen und Neutronen neue, meist radioaktive Atome.

Für die Beschleunigung von Atomkernen besitzt die Physik bis heute nur die einzige Möglichkeit, dieselben durch sehr hohe elektrische Spannungsfelder fallen zu lassen. Man überlegt leicht, daß die Spannung, die nötig ist, um den leichtesten Kern, das Proton, auf $^1/_{10}$ Lichtgeschwindigkeit zu bringen, etwa 5 Millionen Volt beträgt. Versuche, Stromquellen zu bauen, welche noch höhere Spannungen liefern, sind zwar gelungen (VAN DE GRAAFF), jedoch ist der Bau der nötigen Beschleunigungsröhren für so hohe Spannungen auf unüberwindliche Schwierigkeiten gestoßen, so daß die Grenze für solche Anlagen heute bei etwa drei Millionen Volt zu liegen scheint.

Aus diesem Grunde erweist sich das *Cyclotron* immer mehr als unentbehrliches Instrument der heutigen Atomphysik. Es ist zurzeit der einzige Apparat, mit welchem Atomkerne auf Energien von über 3—4 Millionen Elektron-Volt gebracht werden können. Tatsächlich sind bei den größten Anlagen dieser Art Energien bis 30 Millionen Elektron-Volt erreicht worden und prinzipiell liegt die maximale Energie noch wesentlich höher. Ein Super-Cyclotron, das Atomkerne auf 100 Millionen Elektron-Volt beschleunigen soll, ist in Berkeley im Bau. Da mit wachsender Energie die Ausbeute von Kernreaktionen stark ansteigt, ist das Cyclotron allen andern Apparaturen bei der Herstellung großer Neutronenintensitäten und starker radioaktiver Präparate, wie sie für biologische und chemische Versuche Verwendung finden, wesentlich überlegen.

Prinzip des Cyclotrons: Das Cyclotron beruht auf dem Prinzip, daß der zu beschleunigende Kern dieselbe relativ niedrige *Wechselspannung* mehrmals durchläuft und in einer großen Reihe von Einzelbeschleunigungen die hohe Endgeschwindigkeit erreicht. Dabei ist die schwierige Bedingung zu erfüllen, daß das Teilchen immer dann wieder ins beschleunigende Feld zurückgebracht wird, wenn dieses das richtige Vorzeichen hat.

Erstmals versuchte R. WIDEROE 1929 eine solche sukzessive Beschleunigung mit Wechselspannung. Bei hoher Endgeschwindigkeit der Teilchen wird aber seine

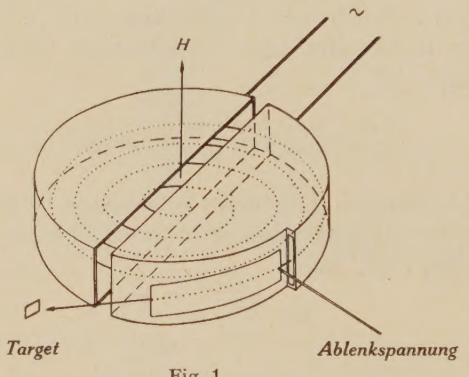


Fig. 1.

geradlinig gebaute Apparatur unmöglich lang. E. O. LAWRENCE hatte die geniale Idee, den sehr langen Beschleunigungsweg des Teilchens spiralförmig aufzuwickeln. Dies gelingt mit Hilfe eines Magnetfeldes.

Die Beschleunigung der Kerne geschieht beim Cyclotron in einer zylindrischen Kammer. In dieser befinden sich zwei Elektroden, welche die Form von Hälften einer in der Mitte durchgeschnittenen Dose haben (Fig. 1). Sie wurden von LAWRENCE wegen ihrer Form — abgeleitet vom Buchstaben D — als «Dees» bezeichnet. An diese wird die Wechselspannung gelegt, die im Spalt zwischen den Dosenhälften das beschleunigende Feld entstehen läßt. Im Mittelpunkt der Dose erzeugt eine Ionenquelle freie Atomkerne, welche, vom Wechselfeld erfaßt, im Innern der Dose mit allmählich anwachsender Geschwindigkeit ihre Spiralbahn durchlaufen. Jedesmal beim Durchqueren des Spaltes werden sie durch die angelegte Spannung beschleunigt.

Daß eine solche Beschleunigung trotz der konstanten Frequenz der angelegten Wechselspannung möglich ist, d. h. daß das Teilchen immer im richtigen Moment im Beschleunigungsspalt eintrifft, hängt mit

einem Satz von Larmor zusammen, nach welchem die Umlaufsdauer eines elektrisch geladenen Teilchens auf der durch das Magnetfeld erzwungenen Kreisbahn unabhängig von seiner Geschwindigkeit ist. Das Teilchen trifft daher nach seiner Umlenkung in immer *gleichen Zeitintervallen* wieder im Beschleunigungsspalt ein, immer dann, wenn die angelegte elektrische Spannung wieder in richtiger Phase gerade ihr Maximum hat. Natürlich muß zur Erreichung dieser richtigen Phasenlage eine gewisse «*Resonanzbedingung*» zwischen der Stärke des angelegten Magnetfeldes und der verwendeten Frequenz des Wechselfeldes erfüllt sein. Diese Bedingung erhält man durch folgende Überlegung: Ein elektrisch geladenes Teilchen (Masse m, Ladung e), das sich mit der Geschwindigkeit v senkrecht zur Feldrichtung in einem Magnetfeld bewegt, erfährt die sogenannte Lorentzkraft, welche das Teilchen auf eine Kreisbahn vom Radius r zwingt:

$$\text{Zentripetalkraft} = \frac{m v^2}{r} = \mu_0 \cdot e \cdot v \cdot H = \text{Lorentzkraft}$$
(μ_0 = Induktionskonstante). (1)

Jeder Teilchengeschwindigkeit v ist nach (1) ein ganz bestimmter mit v wachsender Radius zugeordnet:

$$r = \frac{v}{\mu_0 \cdot \frac{e}{m} \cdot H}. \tag{2}$$

Die Umlaufzeit T für einen vollen Kreis ist unabhängig von der Geschwindigkeit v des Teilchens und vom Radius r der Bahn.

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi}{\mu_0 \cdot \frac{e}{m} \cdot H}. \tag{3}$$

Damit die oben erwähnte Resonanzbedingung erfüllt sei, muß die Umlauffrequenz des Teilchens genau übereinstimmen mit der Frequenz der angelegten Beschleunigungswechselspannung:

$$\omega_{\text{Larmor}} = \frac{2\pi}{T} = \mu_0 \cdot \frac{e}{m} \cdot H = \omega_\sim . \tag{4}$$

Aus (2) folgt auch sofort die Maximalgeschwindigkeit $v_{\max}$ der Kerne, welche bei einem bestimmten Dosenradius R und bei einem bestimmten Magnetfeld H erreicht werden kann:

$$v_{\max} = \mu_0 \cdot \frac{e}{m} \cdot H \cdot R . \tag{5}$$

Die maximal erreichbare kinetische Energie hat den Wert:

$$E_{\max} = \frac{m v^2{}_{\max}}{2} = \frac{\mu_0{}^2}{2} \cdot \frac{e^2}{m} \cdot H^2 R^2 . \tag{6}$$

Sie ist für eine bestimmte Teilchenart vom angelegten Magnetfeld und vom maximal möglichen Radius R abhängig. Überraschend ist die Tatsache, daß die Endenergie nicht von der Amplitude V_0 der angelegten Beschleunigungsspannung abhängt: diese bestimmt nur die Anzahl der nötigen Umläufe, die das Teilchen braucht, um $E_{\max}$ zu erreichen. Passiert das Teilchen den Beschleunigungsspalt immer gerade bei der maximalen Spannungsamplitude V_0, so gewinnt es pro Umlauf die Energie $2\,e\,V_0$ und benötigt daher im ganzen

$$N = \frac{E_{\max}}{2 e V_0} \tag{7}$$

Umläufe.

Bei einem Cyclotron, welches 10 Millionen Elektron-Volt liefert, liegt die totale Bahnlänge für ein Teilchen in der Größenordnung von 200 Metern. Es ist klar, daß die Beschleunigung in einem sehr guten Hochvakuum von 10^{-4} bis 10^{-5} mm Hg-Druck vorgenommen werden muß, damit das umlaufende Teilchen nicht unterwegs durch Zusammenstöße mit den Atomen des Füllgases aus seiner Bahn geworfen wird.

Um einen möglichst hohen Wert der Endenergie zu erhalten, müssen nach (6) der Radius des Cyclotrons und das Magnetfeld möglichst hoch gewählt werden. Dem Magnetfeld H sind indessen aus zwei Gründen engere Grenzen gesetzt: Einmal kann man nicht auf Werte von H gehen, welche wesentlich oberhalb des Sättigungswertes von Eisen liegen, weil sich sonst der Stromverbrauch des Magneten und damit die Betriebskosten außerordentlich erhöhen. Dann bedingt eine hohe magnetische Feldstärke wegen der Resonanzbedingung auch eine sehr hohe Frequenz der Wechselspannung. Bei einer magnetischen Feldstärke von $H = 1{,}5 \cdot 10^6 \frac{\text{Amp}}{\text{m}}$ (entspr. 18 800 Gauß) ergibt sich für Deutonen $\left(\frac{e}{m} = 4{,}83 \cdot 10^7 \frac{\text{Clb}}{\text{kg}}\right)$ eine Frequenz $\omega_\sim = \omega_L = 0{,}91 \cdot 10^8\,\text{sec}^{-1}$, entsprechend einer Umlaufsdauer der Teilchen von weniger als einer Zehnmillionstelsekunde. Die Wechselspannung, welche zur Beschleunigung dient, muß also außerordentlich hochfrequent sein; sie liegt im Gebiet der Radiokurzwellen in der Gegend von etwa 20 m Wellenlänge. Im Gebiet dieser hochfrequenten Wechselströme ist aber die Energieerzeugung, welche durch Röhren geschehen muß, sehr kostspielig.

Dabei wächst die nötige Hochfrequenzleistung mit zunehmender Frequenz sehr stark an. Das Beschleunigungssystem hat eine erhebliche Kapazität. Durch dieses fließen deshalb bei der hohen Frequenz sehr große Ströme, die infolge der Ohmschen Widerstände eine nicht unerhebliche Wirkkomponente besitzen. Die Hochspannungsanlage muß daher ziemlich viel Leistung abgeben. Je höher also das Magnetfeld und damit die Larmorfrequenz werden, desto schwieriger ist es, die nötige Hochfrequenzleistung zu beschaffen.

Infolge der angeführten Gründe, welche einer Vergrößerung von H entgegenstehen, kann eine Steigerung der maximalen Energie nur durch Vergrößerung des Cyclotron*radius* R erreicht werden. Mit dem Radius wachsen aber das Gewicht des Magneten und die Betriebsunkosten außerordentlich stark an. Mit einem Magneten von 40 Tonnen Gewicht können Deutonen auf etwa 14 Millionen eV Energie beschleunigt werden;

as Super-Cyclotron mit 100 Millionen eV benötigt ereits einen Magneten von 4000 Tonnen Eisengewicht. Unbedingt notwendig erweist sich eine *Fokussierung* es in der Kammer laufenden Strahles. Wenn man edenkt, daß die Strahllänge etwa 200 m, die Dosenhöhe ingegen nur wenige cm beträgt, so sieht man, daß hne Fokussierung die Teilchen sehr bald auf die Wände treffen würden. Es ist nun möglich, Bedingungen ufzufinden, unter welchen sowohl das magnetische als uch das elektrische Feld Linsenwirkungen zeigen, welhe den Strahl in der gewünschten Weise zusammenhalwachsendem Teilchenradius könnte durch ein nach außen stärker werdendes Magnetfeld entgegengewirkt werden, doch würde bei einem solchen Feldverlauf vollständige Defokussierung des Strahles eintreten. Es läßt sich jedoch zeigen, daß diese Schwierigkeit nicht unüberwindlich ist und daß durch geeignete radiale und azimutale Änderung des Magnetfeldes der Strahl bis zu sehr hohen Energien zusammengehalten werden kann und doch in Phase bleibt.

Das ETH.-Cyclotron. Das ETH.-Cyclotron wurde für eine Deutonenenergie von 15 Millionen Elektro-

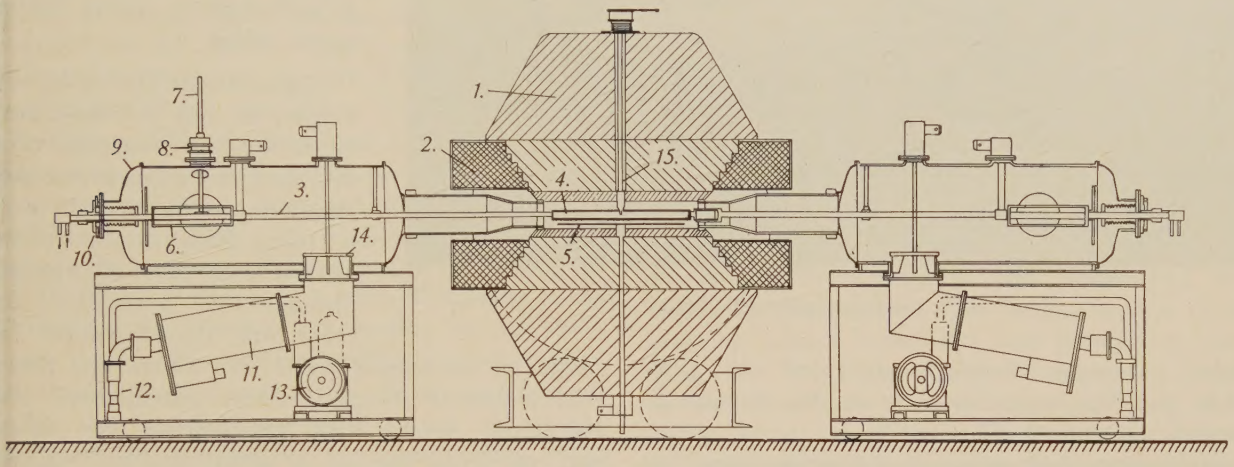


Fig. 2. Querschnitt durch das Cyclotron.
1. Magnet, 2. Erregerwicklungen, 3. Lechersystem, 4. Dee, 5. Abstimmkapazität, 6. Abstimminduktivität 7. Hochfrequenzzuführung, 8. Einführungsisolator, 9. Aluminiumtank, 10. Spannvorrichtung, 11. Hochvakuum-Öldiffusionspumpe, 12. Vorvakuum-Öldiffusionspumpe, 13. Mechanische Vorvakuumpumpe, 14. Vakuumklappe, 15. Ionenquelle

n. Am Anfang der Bahn, wenn die Teilchen noch keine roße Geschwindigkeit haben, ist hauptsächlich die lektrische Fokussierung wirksam, welche darauf beht, daß die elektrische Feldstärke des Wechselfeldes ährend des Durchgangs des Teilchens durch den Beschleunigungsspalt zeitlich etwas ändert. Für diese okussierung kommt es aber sehr auf die Phasenlage es Teilchens an: sie ist nur vorhanden, wenn das Teilhen bei zeitlich abnehmender Feldstärke durch den palt tritt. Bei hohen Teilchengeschwindigkeiten, wo er Kern auf großen Bahnradien läuft, kann man eine okussierung dadurch erreichen, daß man die magnesche Feldstärke mit wachsendem Bahnradius geignet abnehmen läßt. Dem Verlauf des Magnetfeldes wischen den Polplatten ist außerordentliche Sorgfalt u widmen, weil von demselben die Güte des Appaates in hohem Maße anhängt.

Man hat ferner zu bedenken, daß für hohe Teilchenergien sich die Resonanzbedingung mit einem konstanten Magnetfeld nicht mehr erfüllen läßt. Mit zuehmender Teilchengeschwindigkeit wächst wegen der quivalenz von Masse und Energie die Masse des Teilhens an. Seine Umlaufsfrequenz im Magnetfeld immt nach Formel (1) ab und es fällt rasch außer hase. Der Verkleinerung der Larmorfrequenz mit nen-Volt projektiert. Wegen des verschiedenen e/m-Wertes kann man dann mit demselben Heliumkerne auf 30 Millionen Elektron-Volt, Protonen auf 7,5 Millionen Elektron-Volt beschleunigen. Wie die Messungen am fertigen Apparat zeigten, wurden die berechneten Energien genau erreicht. Die Intensität des Ionenstrahles läßt sich nicht vorherberechnen; sie hängt wesentlich von der Ionenquelle, der Höhe der verwendeten Elektrodenspannung und der Güte der erreichten Fokussierung ab.

Um die erwähnten Teilchenenergien zu bekommen, ist ein Magnet von 95 cm Poldurchmesser notwendig. Im homogenen Teil des Magnetfeldes können die dosenförmigen Beschleunigungselektroden von 75 cm Durchmesser untergebracht werden. Der Magnet wiegt bei gedrängtester Konstruktion 40 Tonnen. Er gibt bei 14 cm Luftspalt eine Feldstärke von 17500 A/cm. Der Hochfrequenzsender zur Erzeugung der Wechselspannung arbeitet im Frequenzbereich von 1,35—1,70 Megahertz, entsprechend 22—18 m Wellenlänge. Er ist für eine Ausgangsleistung von 40 kW gebaut.

Großer Wert wurde auf die *technische* Durchbildung der ganzen Apparatur gelegt, um die sprichwörtlich geringe Betriebssicherheit der äußerst komplizierten Anlage nach Möglichkeit zu steigern. Gegenüber den

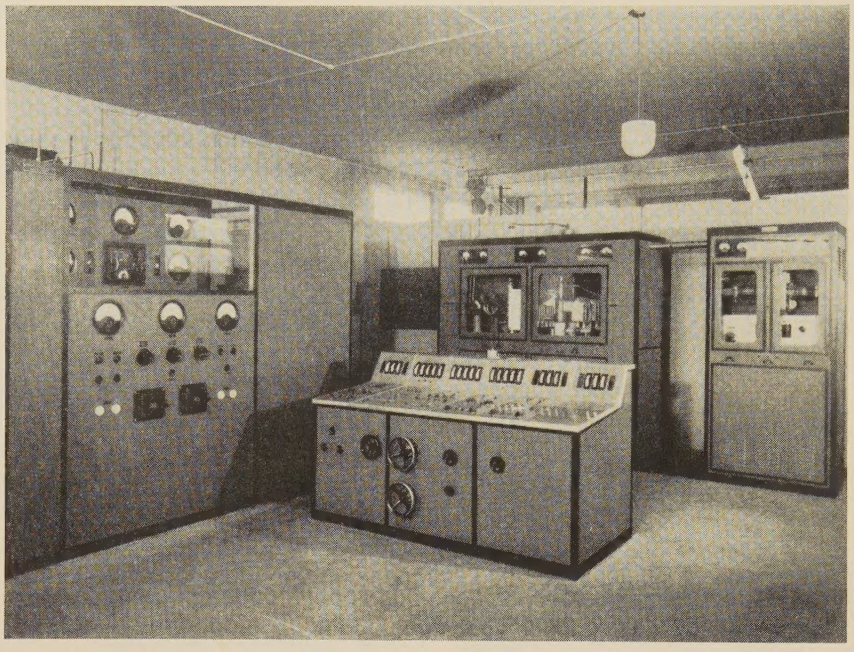


Fig. 3. Schaltpult und Sendeanlage.

bisher bekannten Konstruktionen sind eine große Reihe von Neuerungen versucht worden, die sich im Betriebe sehr gut bewährt haben.

Erfahrungsgemäß sollte ein Cyclotron wegen der außerordentlich hohen Intensität der Neutronenstrahlung, welche mit demselben erzeugt werden kann, nicht in einem physikalischen Institut untergebracht werden, weil es dort die Messungen in sämtlichen Laboratorien stört. Es wurde daher ein im Boden versenkter Raum von $17 \times 14 \times 4$ m³ Größe gebaut, der mit dem Hauptgebäude durch einen unterirdischen Gang verbunden ist. Die ganze Anlage ist von 1 m dicken und 2,5 m hohen Strahlenschutztank umgeben, welche zur Bremsung und Vernichtung der schnellen Neutronen mit Wasser gefüllt sind. Im Wasser werden die schnellen Neutronen nämlich durch Zusammenstoß mit den gleich schweren Wasserstoffkernen gebremst und dann, zur Ruhe gebracht, von den Protonen eingefangen und zu Deutonen gebunden. Bei dieser Kernreaktion entstehen γ-Strahlen von 2,2 Millionen Elektron-Volt Energie, die aber leicht absorbiert werden können.

Die gesamte Bedienung der Anlage geschieht durch Fernsteuerung von einem zentralen Kommandopult aus. Die Einhaltung der Resonanzbedingung ist durch einen Schnellreglermechanismus ebenfalls automatisiert. Die Anlage enthält viele Sicherungsmechanismen und Verriegelungen, welche Fehlschaltungen unmöglich machen und bei Störungen (z. B. Vakuumverschlechterung, Lichtbogenbildung in der Beschleunigungskammer usf.) die Anlage mittels Schnellschaltern außer Betrieb setzen sollen.

Magnet. Der 40 Tonnen schwere Magnet ist von der Maschinenfabrik Oerlikon hergestellt worden. Es wurde versucht, mit dem Minimum an magnetisch hochwertigem Eisen auszukommen, das mit einem nicht allzu großen Stromkonsum verträglich ist. Den Guß des Eisenteils besorgte die Aktiengesellschaft der Eisen- und Stahlwerke, vormals Georg Fischer, Schaffhausen. Die Polplatten, welche einen Durchmesser von 95 cm und eine Dicke von 4,5 cm haben, sind auf $^1/_{100}$ mm genau eben geschliffen und mit derselben Genauigkeit parallel. Zwischen den Polschuhen und den Polplatten befindet sich ein Luftspalt von 1 cm Höhe, um Korrekturplatten für das Magnetfeld, sogenannte Shimmings, anbringen zu können. Diese Shimmings sind erforderlich, um genau den für die Fokussierung des

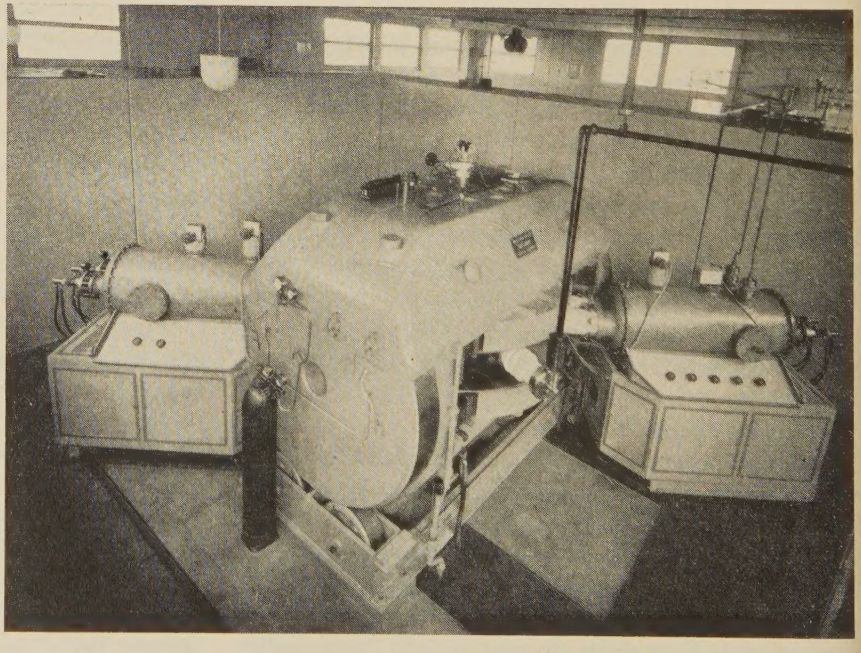


Fig. 4. Gesamtansicht des Cyclotrons.

trahles nötigen, nach außen etwas abnehmenden, eldstärkeverlauf zu erzielen. Die Polplatten haben reisrunde Durchbohrungen von 4 cm Durchmesser, elche magnetisch durch Einsätze korrigiert sind und urch die die Ionenquelle (von oben) und die Abstimmlatte (von unten) in die Vakuumkammer eingeführt erden. Zum Ein- und Ausfahren der Cyclotronammer kann das obere Magnetjoch mittels einer hyraulischen Presse gehoben werden.

Die Wicklungen des Magneten bestehen aus isierten Kupferröhren von äußerlich quadratischem uerschnitt, in deren kreisrunder Bohrung das Kühlasser (60 l/min) fließt. Die maximale Amperewinungszahl beträgt 300000. Eine Wechselstrom-Gleichrom-Umformergruppe von 200 kW Leistung liefert en nötigen Strom von 800 A für den Magneten.

Der Magnetfeldverlauf muß auf das genaueste in raialer und azimutaler Richtung vermessen und korriiert werden. Um die Inhomogenität des Feldes, die us der Durchbohrung der Polplatten resultiert, zu ompensieren, wurden Korrekturringe hergestellt, deen Profil so gewählt ist, daß die Feldstärke in der Mittelebene im Zentrum $1\,^0/_{00}$ größer ist als weiter außen. Durch diese Feldvergrößerung wird erreicht, aß die Ionen im Innern etwas rascher umlaufen als außen. Dies ist nötig, weil die Ionen am Anfang dem Maximum der elektrischen Wechselspannung etwas acheilen müssen, wenn sie bei kleinen Radien *elektrisch* okussiert werden sollen. Bei mittleren Radien, wo die *magnetische* Fokussierung wirksam wird, müssen sie ber diese Nacheilung aufgeholt haben und in Phase it dem Spannungsmaximum den Beschleunigungsalt passieren. Damit aber bei großen Radien der hasenverlust nicht zu rasch erfolgt, wird eine zweite orrektur angebracht, durch welche der Magnetfeldbbau gegen außen verringert wird. Fünf Zentimeter reite Eisenringe, am äußern Rande zwischen Polatten und Joch eingeschoben, heben den Wert der eldstärke etwas an. Mit diesen Korrekturen ergibt ch die nötige Gesamtabnahme der Feldstärke zu 2% ür das Protonenfeld und zu 2,5% für das Deutonenld.

Fig. 5 zeigt den Feldverlauf in der Mittelebene als unktion des Radius. Die berechneten Korrekturen rwiesen sich im Betrieb als durchaus genügend.

Magnetfeldstabilisierung: Die Spannungsschwanungen des Gleichstromgenerators, der den Strom für en Magneten liefert, betragen ungefähr 1%. Diese chwankungen rühren in der Hauptsache von Freuenzschwankungen des Netzes her. Wegen der scharen Resonanzbedingung (4) sind jedoch, um einen stailen Ionenstrahl zu erreichen, nur Magnetfeldschwanungen von ungefähr $0{,}1\,^0/_{00}$ zulässig. Eine automatiche Stabilisierung des Magnetfeldes ist daher unumänglich. Die Konstanz des Magnetfeldes läßt sich am infachsten dadurch erreichen, daß der Magnet*strom* tabilisiert wird. Es treten dann nur noch Magnetfeldänderungen infolge der Temperaturänderungen des Eisens auf, die aber wegen der großen Masse des Magneten und der guten Kühlung äußerst langsam verlaufen.

Das Prinzip der ausgeführten Stabilisierung geht aus dem Schema der Figur 6 hervor. In den Erregerkreis

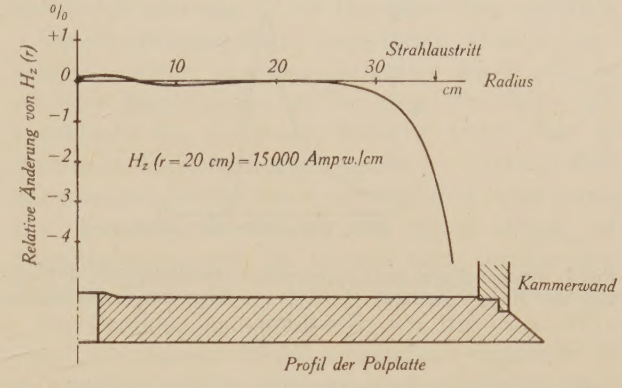


Fig. 5. Magnetfeldverlauf in der Mittelebene des Luftspaltes.

des Magnetstromkreises ist ein Widerstand von $3 \cdot 10^{-3}\ \Omega$ eingeschaltet. Die darüberliegende Spannung von 1 bis 2 V wird mit einer konstanten Spannung, die ein Philips-GM-Spannungsgerät liefert, dauernd verglichen. Schwankungen um den eingestellten konstanten Wert des Magnetstromes bringen ein empfindliches Galvanometer zum Ausschlag. Dessen Lichtzeiger fällt auf zwei Photozellen und beleuch-

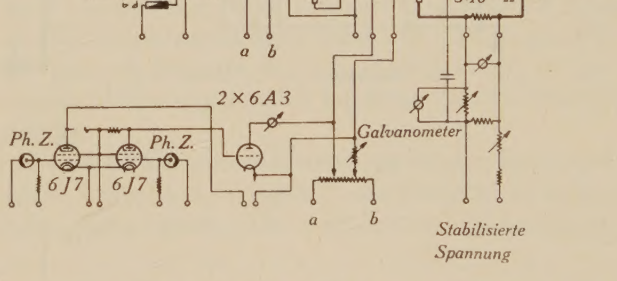


Fig. 6. Prinzipschema der Magnetfeldstabilisierung.

tet, je nach Ausschlag, mehr oder weniger die eine oder andere davon. Der verstärkte Photozellenstrom regelt den inneren Widerstand zweier Trioden, die parallel zum Reglerwiderstand des Gleichstromgenerators liegen. Dadurch wird die Erregung der Gleichstrommaschine bei Stromschwankungen in stetiger Weise entsprechend korrigiert. Eine Rückführung des an den Magnetspulen beim Regelvorgang auftretenden Spannungsstoßes auf das Galvanometer verhindert eine Überkompensierung und namentlich auch das Einsetzen von Schwingungen mit Sicherheit.

Figur 7 zeigt die gemessene Strahlintensität als Funktion der Magnetfeldstärke. Man erkennt an der geringen Halbwertsbreite von 8 Ampw./cm, daß schon

eine Änderung des Magnetfeldes von 1 $^0/_{00}$ den Strahl völlig zum Verschwinden bringt.

Hochfrequenz-Sendeanlage: Der Sender wurde von Brown, Boveri & Cie., Baden gebaut. Die scharfe Resonanzbedingung (4) verlangt natürlich, daß nicht nur das Magnetfeld genau konstant sei, sondern daß auch die Frequenz der Beschleunigungsspannung mit gleicher Genauigkeit konstant gehalten werde. Für diese konstante Frequenz empfiehlt sich ein fremderregter Sender zugleich Gitterkreis für die folgende Pufferstufe ist. Im nachfolgenden Verstärker erfolgt wiederum eine Frequenzverdopplung. Sie wird dadurch erreicht, daß der in Klasse C arbeitende Verstärker im Gitterkreis im Gegentakt geschaltet ist, während der Anodenkreis, der auf die doppelte Frequenz abgestimmt ist, parallel schwingt. Diese Stufe gibt mit zwei RCA-833-Röhren eine Steuerleistung von 1 kW an den Gitterkreis der Endstufe ab. Diese Leistungsstufe enthält zwei BBC.-Trioden vom Typ ATL 54, die in Gegentaktschaltung, Klasse C, arbeiten und eine Leistung von 40 kW abgeben. Mit dem Anodenschwingkreis ist eine Paralleldraht-Übertragungsleitung induktiv gekoppelt, welche die Hochfrequenzenergie auf die Beschleunigungselektroden überträgt. Die Anodengleichspannung für die Senderöhren wird durch eine 70 kW-Mutatoranlage geliefert. Die Gleichrichtung geschieht durch einen luftgekühlten und gittergesteuerten Quecksilbergleichrichter, der eine von 0—15 kV kontinuierliche regelbare Gleichspannung liefert.

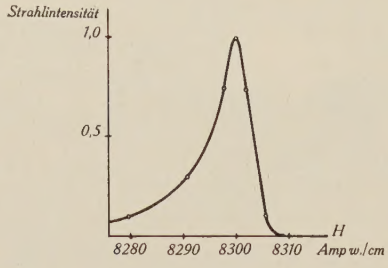


Fig. 7. Resonanzkurve des Ionenstrahles: Strahlintensität als Funktion der Magnetfeldstärke ($\lambda = 18{,}9$ m; Kupfertarget bei Radius $R = 35$ cm).

Cyclotronkammer und Beschleunigungsschwingkreis. Der Cyclotronschwingkreis, aus den halbdosenförmigen Beschleunigungselektroden und ihren Halterungen bestehend, ist als kapazitiv verkürztes Lechersystem der Länge $\lambda/2$ ausgebildet.

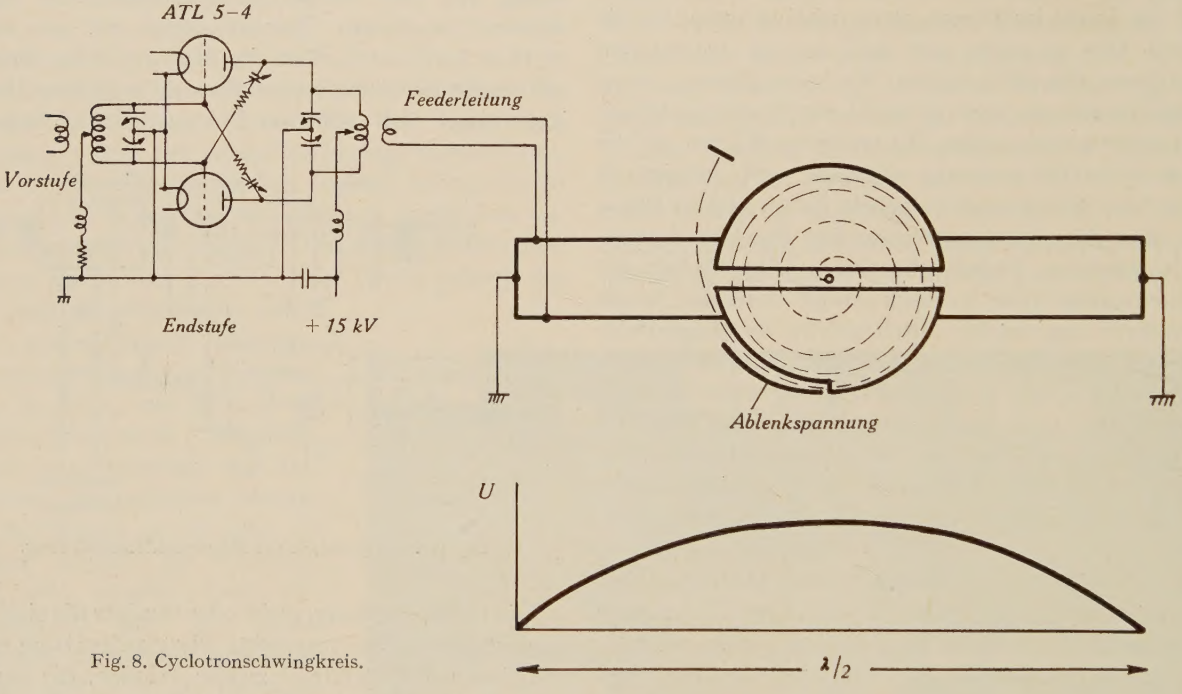


Fig. 8. Cyclotronschwingkreis.

der. Weil sich Schwingungskreise mit temperaturunabhängiger konstanter Frequenz leichter für niedrige als für hohe Frequenzen bauen lassen, wurde primär eine niedrige Frequenz hergestellt und in der Steuerstufe eine zweimalige Frequenzverdopplung vorgenommen. Gleichzeitig vermeidet man dadurch eine Rückwirkung der Endstufe und der Verstärkerstufe auf den ersten Kreis, von welchem die Erregung ausgeht. Der Erregerkreis arbeitet in Dreipunktschaltung mit Frequenzverdopplung im Anodenkreis,

Die Elektroden werden beidseitig durch lange dickwandige, sehr starke Kupferrohre gehalten. Diese Rohre sind am Ende mit dem Gehäuse verbunden und haben dort Erdpotential. Diese Befestigungsart hat den Vorteil, daß alle Isolatoren, an denen die hohe Beschleunigungsspannung liegt, wegfallen. Auf der Strahlaustrittsseite sind die Kupferrohre durch

rechteckige Bügel, durch welche der Ionenstrahl durchtreten kann, unterbrochen. Damit das Lechersystem nicht in mechanische Schwingungen gerät, stehen diese Kupferrohre unter konstantem Zug, welcher durch

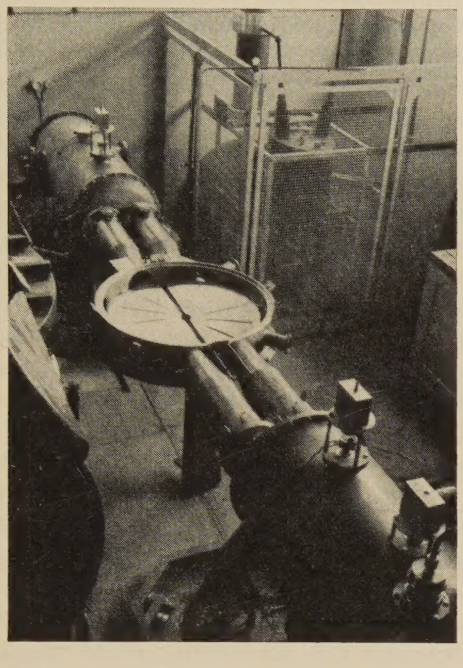


Fig. 9. Dee-System, während der Montage.

eine pneumatische Spannvorrichtung hervorgebracht wird. Das Lechersystem hat die Eigenschaft, als Hochfrequenztransformator zu wirken. Die Spannung ist ja roh sinusförmig über dem Lechersystem verteilt; sie ist an den beiden Enden niedrig, in der Mitte am höchsten. Wenn nun die Hochspannung dem System auf einer Seite und nahe dem Spannungsknoten zugeführt wird, so braucht sie nur einen kleinen Wert zu haben, damit in der Mitte des Lechersystems zwischen den Beschleunigungselektroden eine hohe Spannungsamplitude entsteht. In unserem Falle tritt eine Spannungserhöhung um einen Faktor 25 ein. Die Rohrleitungen, welche zugleich die Elektroden tragen und das Kühlwasser zur Kühlung der Elektroden ins innere der Cyclotronkammer bringen, treten durch konische Stutzen aus der Kammer aus. Diese Stutzen, ebenfalls wassergekühlt, münden in Aluminiumtanks von 50 cm Durchmesser und 1,5 m Länge ein, in welchen sich Stromzuführungen, Abstimmapparate und andere Hilfsvorrichtungen befinden. Da die Kapazitäten der beiden Dees infolge der Strahl-Ablenkelektrode verschieden sind, ist zum Ausgleich dem andern Dee gegenüber eine von außen verstellbare Symmetrieelektrode angebracht. Nach orientierenden Versuchen über die Spannungsverhältnisse an einem Modell des Dee-Systems wurde die Dee-Spannung mit Hilfe eines Dioden-Voltmeters auch am Original gemessen. Sie beträgt 30 kV bei 10 kW Hochfrequenzleistung. Dementsprechend sind mit 40 kW Leistung 60 kV Dee-Spannung erhältlich.

Die Abstimmung des Lechersystems auf die Erregerfrequenz erfolgt einerseits kapazitiv durch eine bewegliche Kupferplatte, welche unter den Elektroden angebracht ist, anderseits induktiv durch eine geschlossene Kupferwindung, welche im Vakuum drehbar zwischen den Kupferrohren liegt. Die Abstimmung auf elektrische Resonanz wird durch Messen des Schwingungsstromes im Lechersystem mittels einer lose gekoppelten Spule und Thermokreuz kontrolliert.

Die Beschleunigungskammer, von der Firma Hans Kanz, Metallwerk, Zürich-Albisrieden, hergestellt, ist ein schwieriges Stück der Bronzegußtechnik. Sie ist aus einer Legierung von 94% Kupfer und 6% Zinn hergestellt und mit ihrem Kühlsystem, mit ihren vielen Öffnungen und Ansätzen von sehr komplizierter Form. Alle Ansatzstutzen für die Zuleitungen und auch die Kammer für den Strahlaustritt sind angeschweißt. Die Kammer muß stark genug sein, um den Druck des Magneten ($\sim$ 130 Tonnen) und, weil sie evakuiert ist, den Luftdruck (5700 kg) ohne wesentliche Deformationen auszuhalten. Sehr wichtig ist, daß an der Kammer auch Vakuumschleusen angebracht sind, durch welche Versuchselektroden usf. ins Vakuum eingebracht werden können, ohne daß die Kammer geöffnet werden muß.

Die Beschleunigungselektroden bestehen aus Kupferblech von 1 mm Dicke, welches auf passend geformte starke Bronzeringe aufgeschraubt ist. Die Kupferteile im Vakuum sind alle durch hart aufgelötete, an passenden Stellen angebrachte kupferne Wasserschlangen gekühlt.

Für die Vakuumtanks wurde gewalztes Reinaluminium, 6 mm dick, verwendet; alle Flansche sind ebenfalls angeschweißt. Die vollkommen vakuumdichte

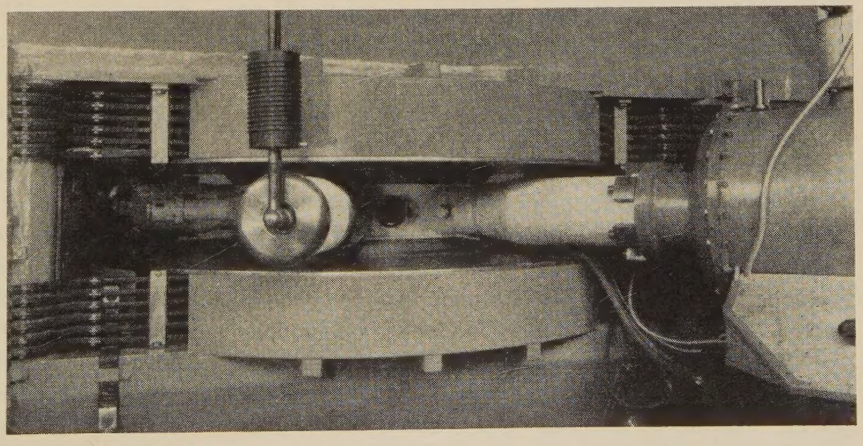


Fig. 10. Beschleunigungskammer zwischen den Magnetpolen.

Ausführung stammt von der Aluminium-Industrie-Aktiengesellschaft, Lausanne-Ouchy (Versuchswerkstätte Neuhausen).

Ionenquelle: Als Ionenquelle wurde eine Gasentladung mit Glühkathode und mit magnetischer Fokussierung der gebildeten Kerne auf den Mittelpunkt des

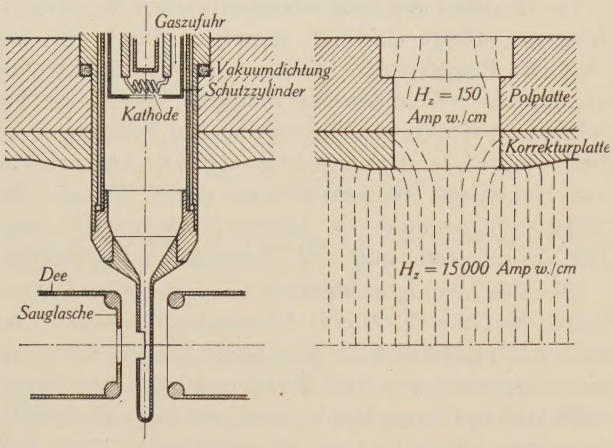


Fig. 11. Ionenquelle und Magnetfeldverlauf in der Polplattendurchbohrung.

Cyclotrons verwendet, die von der üblichen Ausführung nach Livingston wesentlich abweicht. Die Ionenquelle wird durch einen Kanal von oben durch Magnetjoch und Polplatte in die Beschleunigungskammer eingeführt. Die mit der Durchbohrung des Magneten verbundene Inhomogenität des Magnetfeldes kann so gestaltet werden, daß am Ort der Ionenquelle eine radiale Feldkomponente vorhanden ist, welche auf die Ionen fokussierend wirkt. Bei den kleinen Energien, mit denen die Ionen in der Quelle auftreten, folgen sowohl Ionen als Elektronen auf engen Spiralen den magnetischen Feldlinien. Da diese Feldlinien nach unten konvergieren, kann trotz der großen Ausdehnung der Glühkathode am Konvergenzpunkt der Ionen eine enge Kapillare verwendet werden, durch welche die Ionen in die Beschleunigungskammer austreten. Diese enge Öffnung ist deshalb günstig, weil sie die unvermeidliche Gasnachströmung, welche aus der gasgefüllten Ionenquelle in die hochevakuierte Cyclotronkammer stattfindet, stark drosselt.

Die Glühkathode der Ionenquelle ist eine Wolframspirale, deren Heizung mit 50 Perioden Wechselstrom erfolgt. Hochfrequenzheizung ist nicht erforderlich, da die Kathode im bereits geschwächten Magnetfeld im Joch liegt und 0,5-mm-Draht verwendet wird, der genügende Festigkeit aufweist. Die Lebensdauer dieser Kathode beträgt über 100 Stunden. Als Gegenelektrode dient der wassergekühlte Mantel der Ionenquelle mit 400 V Anodenspannung. Der Entladungsstrom beträgt 300 mA Der Gasdruck im Entladungsraum beträgt bis $5 \cdot 10^{-2}$ mm Hg. Die Ionenquelle wurde modellmäßig untersucht, um die Verhältnisse im einzelnen studieren zu können. Der Ionenstrom vor der Austrittskapillare weist alle charakteristischen Eigenschaften des Plasmas einer Gasentladung auf. Bei negativer Gegenspannung gegenüber der Glühkathode kann mit einer Sonde ein positiver Ionenstrom von mehreren Milliampères herausgezogen werden. Im Cyclotron erfolgt das Herausreißen der Ionen aus einer seitlichen Öffnung der Kapillare durch zwei Saugfühler, die an den Dees, der Kapillaröffnung gegenüber, angebracht sind.

Vakuumanlage: Eine Cyclotronanlage erfordert eine außerordentlich leistungsfähige Hochvakuumapparatur. Das Vakuum in der Beschleunigungskammer muß trotz der Gasnachströmung, die dauernd durch die Ionenquelle stattfindet, sehr hoch gehalten werden. Auch besitzt die große Kammer mit den angeschlossenen Tanks sehr viele und große Flansche, die Ursache von kleinen Undichtigkeiten sein können. Die Pumpanlage muß so bemessen sein, daß der Betrieb auch bei geringen Undichtigkeiten aufrecht erhalten werden kann.

Das Volumen, das auf Hochvakuum zu halten ist, beträgt etwa 700 Liter. Mit zwei Pumpaggregaten kann dieses Volumen dauernd auf 10^{-5} mm Hg Druck gehalten werden: Eine Öldiffusionspumpe mit einer Öffnung des Pumprohres von 10 cm hält das Vakuum in der Kammer Tag und Nacht aufrecht. Während des

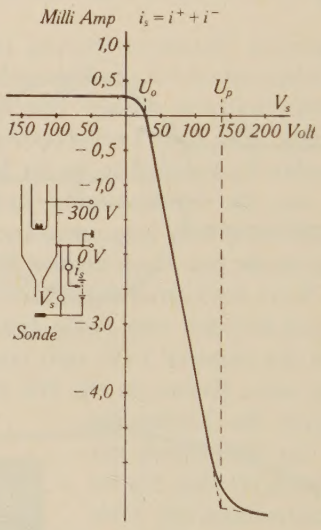


Fig. 12. Gasentladung der Ionenquelle: Plasmacharakteristik.

Betriebes des Apparates mit Gasnachströmung aus der Ionenquelle wird eine zweite, größere Öldiffusionspumpe von 20 cm Öffnung des Pumprohres zugeschaltet. Die kleinere 10-cm-Pumpe hat 200 l/sec Saugleistung. Es ist eine selbstfraktionierende Öldiffusionspumpe von 380 W Heizleistung, die einen Vorvakuumdruck von $^1/_{10}$ mm Hg benötigt. Eine zweistufige Öldiffusionspumpe von 4,5 cm Öffnungsdurchmesser, 20 l Saugleistung und 0,3 mm Hg Vorvakuumdruck und eine rotierende BBC.-Kolbenpumpe sorgen für das nötige Vorvakuum.

Die 20-cm-Öldiffusionspumpe mit 3 Stufen hat die große Saugleistung von *über 1000 l/sec*. Ihre Heizleistung beträgt 2700 W. Als Vorpumpe dient ebenfalls eine 4,5-cm-Öldiffusionspumpe. Die 20-cm-Pumpe ist in horizontaler Bauweise ausgeführt.

Durch eingehende Vorversuche verschafften wir uns die für die Konstruktion nötigen Unterlagen. Die Vorstudien wurden an kleineren Pumpenmodellen von 4—10 cm Durchmesser durchgeführt, die nach Angaben von Holtsmark gebaut waren. Für den Einfluß der Düsengröße auf die Saugleistung ergab sich, daß eine maximale Saugleistung von ungefähr 3 l/sec pro cm² Pumpenöffnung erreicht wird, wenn die Düsenfläche $^2/_5$ der Pumpenöffnung beträgt. Die *Düsenform* wurde von Hickmann übernommen und brachte gegenüber den Formen von Langmuir und Holtsmark eine Verbesserung der Saugleistung um einen Faktor vier.

Um den Einfluß der *Düsentemperatur* zu bestimmen, wurden Messungen ausgeführt, bei denen die Düsentemperatur und die Heizleistung unabhängig voneinander variiert wurden; denn die Düsentemperatur bestimmt im wesentlichen die Molekulargeschwindigkeit des Öldampfes, die Heizleistung dagegen die verdampfende Ölmenge. Die Saugleistung weist bei Variation jeder dieser Variablen ein Maximum auf. Das Optimum der Saugleistung wird durch die entsprechende Wahl von Durchmesser, Material und Wandstärke des Kamins, die die angeführten Größen beeinflussen, erreicht.

Die *Saugleistung* als Funktion des Druckes ist für die 10- und 20-cm-Pumpe im Druckbereich von $5 \cdot 10^{-4}$ bis 10^{-5} Tor praktisch konstant. Sie erweist sich bei unseren selbstfraktionierenden Pumpen unabhängig von der *Qualität* des benützten *Öles*. Nur verlangt ein Öl mit niedrigem Dampfdruck einen niedrigeren Vorvakuumdruck. Wir verwenden in der Vorpumpe ein Öl mit einem Dampfdruck von 10^{-4} mm Hg, in den Hochvakuumpumpen Valvoline EH.

Um das Pumpenöl bei allfälligem Lufteinbruch zu schützen, sind elektrisch betätigte, sich bei Verschlechterung des Vakuums automatisch schließende Abschlußklappen vor den Pumpenöffnungen angebracht. Die Betätigung dieser Verschlüsse wird durch Ionisationsmanometer ausgelöst. Als Hochvakuumdichtung für die Flansche bewährten sich je zwei parallele rechteckige Rillen. In die eine Rille kommt als Dichtung eine endlose Gummischnur gleichen Querschnittes, in die zweite wird ein Bleiring eingelegt. Der Zwischenraum zwischen den Rillen kann evakuiert werden und damit läßt sich die Dichtigkeit jedes Flansches gegen die Vakuumseite sowohl als gegen die Außenluft sofort prüfen. Zur Schließung eventuell vorhandener kleiner Poren wurde die Cyclotronkammer mit einer dünnen Schicht Glyptallack überzogen.

Ionenstrahlfokussierung und Intensität: Beim erstmaligen Aufsuchen des Ionenstrahles wurden in radialer Richtung in etwa 1 cm Abstand voneinander dünne Quarzstäbchen in der Beschleunigungselektrode aufgestellt. Bei geringer Strahlintensität konnte die Breite des Strahles am Aufglühen der getroffenen Stäbchen festgestellt werden. Aus dem Verlauf der elektrischen Feldlinien im Beschleunigungsspalt, der am Modell im elektrolytischen Trog vermessen wurde, und aus der radialen Variation der magnetischen Feldstärke kann der ganze Fokussierungsvorgang auch berechnet werden. Theorie und Beobachtung zeigen beste Übereinstimmung. Fig. 13 zeigt die vertikale Verteilung der Protonenintensität bei 35 cm Radius. Sie wurde gemessen durch die Aktivitätsverteilung auf einer bestrahlten Kupferplatte. Man sieht, daß die Halbwertsbreite des Strahles nach Erreichung der vollen Energie nur noch 8 mm beträgt.

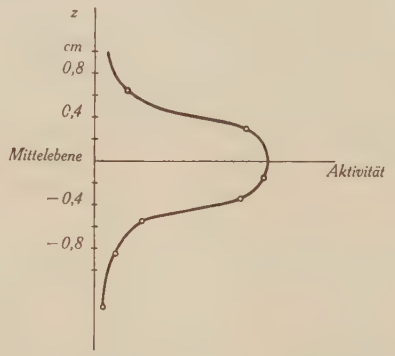


Fig. 13. Verteilung der Vertikalintensität des Protonenstrahles (Aktivität einer Kupfertarget: $\lambda = 18{,}5$ m, Radius $R = 35$ cm).

Bei den ersten Versuchen machte uns eine Art Strahlsperre viel zu schaffen, deren Ursache wir zuerst nicht auffinden konnten. Beim Bestrahlen von gekühlten Kupfersonden innerhalb der Dees wurde die Aktivität auf der Seite gefunden, welche nicht der Umlaufsrichtung der Protonen, sondern der entgegengesetzten entsprach, in welcher negative H-Ionen umlaufen mußten. Nur durch Umpolen des Magnetfeldes konnte der H^+-Ionenstrahl erhalten werden. Die eine geometrische Umlaufsrichtung schien also gesperrt zu sein. Als Ursache dieser Erscheinung stellten sich später Oberschwingungen heraus, welche sich auf dem Lechersystem neben der Grundschwingung ausbildeten. Durch Schwächung der Erregung der störenden Oberschwingungen am Sender und Anbringen von Shimmings konnte die Sperrung vermieden werden.

Die Messung der Strahlintensität wurde kalorimetrisch vorgenommen. Die Intensität beträgt bei 10 kW Hochfrequenzleistung bereits 30 μA und steigt mit wachsender Beschleunigungsspannung weiter stark an. Meist wird bei Bestrahlungen nicht über den Wert von 50 μA gegangen, weil so schon bei 7 Millionen V Spannung eine Strahlleistung von etwa 350 W auf etwa 50 mm² Auftrefffläche vernichtet werden müssen. Man erkennt, daß eine intensive Kühlung notwendig ist, damit das bestrahlte Präparat im Hochvakuum nicht schmilzt oder verdampft.

Ein Maß für diese Strahlintensität bildet vielleicht auch die Aktivität künstlich hergestellter radioaktiver Präparate. Um ein anschauliches Beispiel zu geben, sei erwähnt, daß mit 30 μA 7 Millionen Protonen das Positronen ausstrahlende radioaktive Zinkisotop Zn^{63} in einer Stärke von über 100 Millicurie erhalten wird. Diese Aktivität entspricht einer Umwandlung von 4000 Millionen Zinkatomen pro Sekunde.

Da bei hoher Protonenenergie der häufigste Kernprozeß, das Herausschlagen eines Neutrons durch das einfallende Proton ist, stellt das Cyclotron während der Bestrahlungen mit Protonen auch eine starke Neutronenquelle dar. Die Intensität einer Neutronenquelle wird vielfach durch die Äquivalenz mit einer Standard-Neutronenquelle, bei der die Neutronen durch die Radium-Alpha-Strahlung in Beryllium ausgelöst werden, ausgedrückt. Wird die Neutronenstärke, wie wir sie unter anderem während der Bestrahlung von Kupfer gemessen haben, in dieser Einheit angegeben, so würden zu ihrer Erzeugung etwa 3 kg Radium nötig sein. Die vom Cyclotron ausgehende starke Neutronenstrahlung macht sich beispielsweise dadurch bemerkbar, daß Silbermünzen in den Taschen von Personen, die sich während der Bestrahlung in mehreren Metern Distanz vom Cyclotron, durch die Wassertanks geschützt, aufhalten, infolge von Neutroneneinfangung nach kurzer Zeit schon merkliche Radioaktivität aufweisen.

Die ETH.-Anlage ist seit einem Jahr in Betrieb. Sie wurde bisher stets (im Gegensatz zu fast allen andern Anlagen dieser Art, welche mit Deutonen arbeiten) zur Beschleunigung von Protonen benützt. Wenn das Cyclotron für therapeutische Zwecke, speziell als intensivste Neutronenquelle oder zur Herstellung von maximal-intensiven Präparaten für biologische Zwecke dienen soll, so muß es allerdings mit Deutonen statt mit Protonen betrieben werden. Jedoch sind die mit schnellen Protonen hervorgerufenen Kernumwandlungen bis jetzt sehr wenig studiert, und sie bieten dem Kernphysiker eine schier unerschöpfliche Fülle an interessanten Fragestellungen dar.

L'évolution de la formule chromosomiale chez les Vertébrés

Par R. Matthey, Lausanne

(Suite)

4. Etat actuel de nos connaissances

Si la bibliographie d'Oguma et Makino (1937) renferme près de 600 références, ce nombre ne doit pas faire illusion: nos connaissances actuelles sur les chromosomes des Vertébrés sont bien inférieures à ce que le chiffre énoncé pourrait donner à penser: un nombre considérable de travaux sont en effet dépourvus de toute valeur. Ceci provient de ce que, pendant très longtemps, des méthodes adéquates de fixation ont manqué, le problème purement technique étant ici bien plus difficile à résoudre que chez la plupart des Invertébrés. De ce point de vue technique, nous devons d'ailleurs distinguer plusieurs cas: les Amphibiens offrent, d'entre les Vertébrés, les conditions d'étude les plus favorables; les cellules sont très grandes et le nombre de chromosomes est rarement élevé. Beaucoup de fixateurs classiques donnent, appliqués à ce matériel, des images satisfaisantes; il s'ensuit que ce groupe est, de beaucoup, le mieux connu, les acquisitions récentes étant venues s'ajouter aux anciennes au lieu de les remplacer. Je citerai ensuite les Mammifères: des pièces traitées par le Bouin-Allen (Painter, 1921) ou par le Flemming acétique (Winiwarter dès 1900) permettent, lorsque la fixation est bien réussie, d'établir le nombre de chromosomes et de préciser les grands traits de leur morphologie. Ces méthodes ont cependant été complétement éclipsées, à partir de 1928, par l'emploi des fixateurs chromo-osmiés sans acide acétique, dont l'introduction dans la technique est due à Minouchi. Le champ d'action de ces liquides fut étendu aux Reptiles par K. Nakamura, puis par Matthey. Et ce groupe, sur lequel nous n'avions jusqu'alors que des données très rares, put être activement travaillé: je montrai notamment que la digamétie mâle décrite par Painter (1921) et par Dalcq (1921) n'existait pas en réalité. La découverte de Minouchi a donc permis à la cytologie descriptive des Mammifères (Makino, Oguma, Matthey, Tateischi) et des Reptiles (Nakamura, Matthey) de prendre un essor rapide. Et les nouveaux fixateurs se révélèrent applicables aux Amphibiens chez lesquels ils donnent des résultats splendides (Iriki, Makino, Sato). Enfin la technique de Minouchi convient également aux Poissons, classe longtemps délaissée, et dont un certain nombre d'espèces ont été analysées par Iriki et Makino.

Le résultat le plus marquant que nous devons aux fixateurs chromo-osmiés, c'est la démonstration de l'inexistence de chromosomes sexuels morphologiquement identifiables chez les Poissons, les Amphibiens et les Reptiles, et de la généralité du type $♂XY—♀XX$ chez les Mammifères (Matthey, 1936 jusqu'à 1942).

Restent alors les Oiseaux: ici, la méthode de choix est encore à trouver: Oguma est le seul auteur qui, par l'emploi de fixateurs renfermant de l'acide osmique et du chlorure de platine, a su obtenir des figures impeccables, et dont, au cours de plusieurs saisons d'essais, je n'ai pu réaliser l'équivalent. J'ai par contre montré (Matthey, 1939) par l'analyse critique de la littérature que les auteurs décrivant une digamétie de type $♂XX—♀XY$ (ou XO) n'avaient jamais apporté la preuve cytologique de leur conclusion. Comme chez les Reptiles, l'existence d'hétérochromosomes différenciés est des plus douteuse.

Suivant maintenant l'ordre systématique, nous pouvons ébaucher le tableau général que voici:

Poissons. Les observations sures sont encore très peu abondantes et se rapportent presque toutes à des Téléostéens (Makino, Iriki, Prokofieva); leur nombre ne dépasse guère la vingtaine. Les Cyclostomes ne sont connus que par l'ancien travail de Schreiner (1904) et nous ignorons tout des Ganoïdes, cartilagineux ou osseux. Sur les Elasmobranches, nous possédons une étude de Makino, lequel a fixé les conditions chromosomiques chez un Squale et chez une Raie, et une note de moi-même se rapportant à *Scyllium*. L'un des trois Dipneustes actuels, *Lepidosiren paradoxa*, a été admirablement étudié par Agar en 1911, alors que les observations récentes de Wickbom (1945) sont basées sur un matériel bien insuffisant emprunté au *Ceratodus* et au Protoptère. Il est en somme impossible d'avoir une vue d'ensemble sur la Classe des Poissons, qui, d'après les quelques sondages effectués jusqu'ici, apparaît très hétérogène.

Amphibiens. Les Urodèles sont mieux connus que les Anoures et les résultats obtenus assez nombreux pour qu'il soit possible de tracer un tableau pas trop incomplet des conditions cytologiques dans ce groupe.

Reptiles. Le *Sphenodon* a été très bien étudié par Keenan (1932); un grand nombre de Lacertiliens et d'Ophidiens ont servi de sujet d'étude à Nakamura et à moi-même; les Chéloniens ne sont par contre connus que par l'analyse d'un très petit nombre d'espèces (Nakamura, Matthey, Oguma, Risley). Les Crocodiliens, à l'exception d'une étude incomplète et encore inédite que j'ai faite sur *Alligator mississipensis* ($2N=42$) sont totalement inexplorés.

Oiseaux. Les seules données certaines sont celles d'Oguma qui a étudié une dizaine d'espèces (*Steganopodes, Tubinares, Columbae, Lari, Alcae*). Tous les autres travaux, ceux qui, en particulier se rapportent à la Poule, sont plus ou moins entachés d'incertitude.

Mammifères. Les Monotrèmes sont inconnus; les Marsupiaux et les Euthériens ont fait l'objet de travaux relativement nombreux; une centaine d'espèces ont été bien analysées.

Cette brève esquisse nous permet de mesurer l'insuffisance de nos connaissances sur la cytologie chromosomique des Vertébrés, cette insuffisance découlant de raisons essentiellement techniques: alors que le Botaniste travaillant sur des Phanérogames est à peu près certain d'obtenir rapidement des images mitotiques claires, le spécialiste des Vertébrés — autres que les Amphibiens — doit, trop souvent, se rapporter au hasard: les méthodes les meilleures demeurent capricieuses et, sur 20 pièces traitées de façon identique, il y en aura peut-être une dont la fixation sera correcte! J'insiste fortement sur la difficulté de l'étude et sur le caractère lacunaire des résultats qu'elle fournit, ceci pour excuser la modestie des tentatives de généralisation auxquelles nous allons nous livrer.

L'absence de documents certains est particulièrement regrettable dans le cas des animaux auxquels la phylogénèse attribue une position spécialement importante: nous ne savons rien de l'*Amphioxus* et très peu des Cyclostomes; un Poisson comme le Polyptère, dont les affinités, crossoptérygiennes ou ganoïdes, sont discutées, n'a pas été étudié; l'authentique Crossoptérygien *Coelacanthus*, connu par un seul exemplaire découvert peu avant la guerre dans l'Atlantique sud-africain, attendra vraisemblablement longtemps des investigations cytologiques précises. Parmi les Amphibiens et les Reptiles, nous ne déplorons guère que l'absence de documents relatifs aux Crocodiliens, alors que chez les Mammifères, c'est le groupe des Monotrèmes qui a été complétement délaissé: les anciennes investigations de Benda sont ici sans valeur et l'étude des *Prototheria*, dont les affinités sont si mystérieuses, serait hautement désirable. Certes, il ne faut pas trop tabler sur les critères phylétiques que l'on peut tirer de la cytologie comparée, mais il est un problème évolutif du plus haut intérêt qui se pose à propos de ces êtres: possèdent-ils, comme les Mammifères, des hétérochromosomes identifiables, ou bien, comme les Reptiles, en sont-ils dépourvus?

5. La portée explicative de la théorie de Robertson

J'ai déjà signalé que les cas explicables par la théorie de Robertson le seraient également par l'hypothèse de translocations réciproques. Si je donne la préférence au mécanisme robertsonien, c'est en raison du fait que sa puissance explicative est supérieure: la translocation mutuelle ne rend pas compte de la variation du nombre de centromères, tout au plus elle peut admettre la perte éventuelle de ces formations. Il s'ensuit que, dans cette hypothèse, les espèces présentant un nombre élevé de chromosomes seraient les plus primitives, l'évolution ayant entrainé une diminution dans l'effectif kinétochorien. Il est en effet improbable que des processus aussi compliqués que ceux imaginés par Dubinin (1936) pour obtenir des *Drosophila melanogaster* à 10 chromosomes aient souvent joué un rôle effectif dans

la transformations cytologique des êtres vivants. La théorie des translocations ne nous dit pas non plus comment il se fait que le nombre de «bras» soit souvent une constante dans un groupe donné. Or, cette constance, si frappante, nous devons en rendre compte, alors même qu'elle présente des exceptions; ces exceptions, que nous connaissons déjà dans le genre *Drosophila*, ne sont pas trop embarrassantes et peuvent

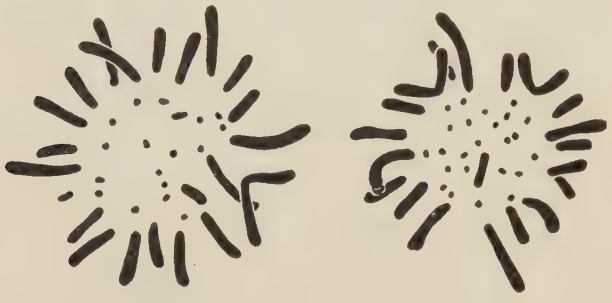


Fig. 13. Les deux types d'assortiments chromosomiques chez *Gerrhonotus scincicauda* (d'après MATTHEY, 1933).

trouver leur modèle dans les résultats de MILLER exposés précédemment: les inversions péricentriques, en modifiant la position du centromère, nous font comprendre la génèse de telles déviations.

Dans l'hypothèse de ROBERTSON, au contraire, nous saisissons immédiatement pourquoi le nombre des bras est une constante. D'autre part, sachant que dans certaines conditions le centromère peut se scinder, la variation numérique des kinétochores s'explique aisément. Nul besoin de postuler que les formes primitives aient eu un nombre maximum de chromosomes, ce qui, nous le verrons, ne correspond pas toujours à la réalité.

Examinons maintenant un certain nombre de cas, où l'hypothèse robertsonienne se vérifie avec une précision parfaite, ou relative, cette dernière éventualité trahissant l'intervention de processus différents.

a) *Variation au sein de l'espèce. Gerrhonotus scincicauda* est un Saurien de la famille des Anguidae et son habitat est nord-américain. J'ai pu montrer (1931, 1933) que l'espèce, d'ailleurs très variable, est vraisemblablement formée d'individus de trois types cytologiques, les deux premiers étant identifiés:

1er type: 20 grands chromosomes dont 2 *V* et 24 *m*-chromosomes;
2e type: 21 grands chromosomes dont 1 *V* et 24 *m*-chromosomes (fig. 13);
3e type: 22 grands chromosomes télomitiques et 24 *m*-chromosomes.

A la méiose, étudiée seulement dans le type 1, il y a formation d'un volumineux bivalent en *V*; dans le type 2, seules les cinèses diploïdes me sont connues; ce type 2 doit dériver d'un croisement entre 1 et 3; le *V* unique de 2 a donc deux bâtonnets comme homologues: ceux-ci étant dotés chacun d'un centromère, l'élément atélomitique, de nature robertsonienne, ne se conçoit pas autrement que muni de 2 centromères. En tout cas, la dérivation robertsonienne ne fait pas de doute.

b) *Variation au sein du genre.* Chez la plupart des Lézards européens, *Lacerta muralis, L. agilis, L. viridis, Psammodromus hispanicus, Tropidosaurus algirus* (MATTHEY, 1928, 31, 33, 38) et chez les *Takydromus* japonais (NAKAMURA, 1928—35), il existe une formule chromosomique semblable, soit 36 chromosomes télomitiques de longueur régulièrement décroissante et une paire de *m*-chromosomes; ces *m*-chromosomes manquent au *L. vivipara* (OGUMA, 1934). Chez le *Lacerta ocellata* du midi de l'Europe, les *m*-chromosomes sont présents, mais il y a en tout 36 chromosomes dont une paire de grands *V* (fig. 14). A ce propos, remarquons que, d'une manière générale, les Vertébrés d'un même genre ont la même formule chromosomique; les exceptions à cette règle sont relativement rares; nous en verrons plus loin quelques exemples.

c) *Variation au sein de la famille.* Deux familles de Batraciens nous démontrent un type robertsonien de variation cytologique. Les Amphibiens apodes sont représentés par une seule famille, celle des *Coecilliidae* dont SESHACHAR (1937, 39) a étudié deux genres: chez

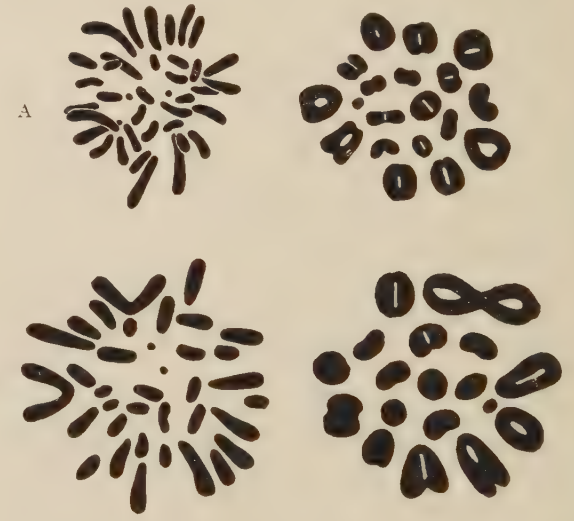


Fig. 14. Assortiment chromosomique: A) de *Psammodromus hispanicus;* B) de *Lacerta ocellata* cinèses diploïdes et haploïdes (d'après MATTHEY, 1938).

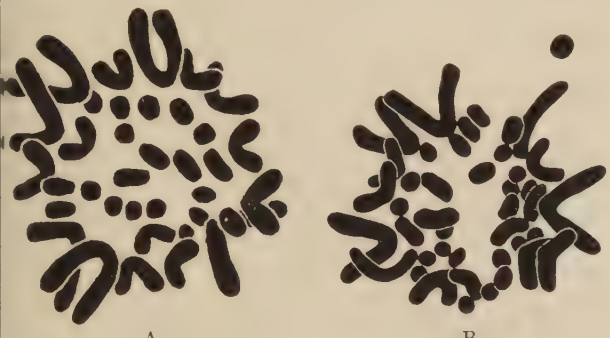
Ichthyophis glutinosus, il y a 42 chromosomes (fig. 15), alors que *Uraeotyphlus narayani* en possède 36. Mais la première espèce ne compte que 10 *V*, alors que la seconde en révèle 16. Dans les deux genres, le nombre fondamental (= nombre de bras) est le même et égal à 52.

Parmi les Urodèles, la famille des *Amphiumidae* est basée sur trois genres seulement [1], dont deux ont été

[1] D'après NOBLE (1931), les *Megalobatrachus* et *Cryptobranchus* constituent une famille indépendante.

bien étudiés, *Megalobatrachus japonicus* par Iriki (1932), *Cryptobranchus allegheniensis* par Makino (1935). Ces espèces ont respectivement 64 et 62 chromosomes (fig. 16). Chez *Cryptobranchus*, nous trouvons 6 paires d'atélomitiques, 9 paires de «bâtonnets» et 32 *m*-chromosomes; *Megalobatrachus* est doté de 5 paires d'atélomitiques, de 11 paires de «bâtonnets» et de 32 *m*-chromosomes. Les homologies sont évidentes et on été soulignées par Makino dans un schéma que je reproduis ici (fig. 17).

d) Variation au sein d'unités systématiques supérieures. Le plus bel exemple que l'on puisse proposer est celui des *Lacertilia* (fig. 18) dont les types familiaux peuvent être, presque tous, reliés entre eux par la théorie de Robertson (Matthey, 1931—38). En effet, si nous comptons le nombre de bras, nous constatons



A B

Fig. 15. Assortiment chromosomique: A) de *Uraeotyphlus narayani*; B) de *Ichthyophis glutinosus* (d'après Seshachar, 1936—39).

que, sur 16 familles il y en a 7 où ce nombre fondamental (*N. F.*) est de 48 (*Chamaeleontidae, Iguanidae, Helodermatidae, Varanidae, Xantusiidae, Gerrhosauridae, Amphisbaenidae*), ces sept familles possédant toutes 24 *m*-chromosomes à l'exception des Caméléons où il y en a 12. Chez les *Agamidae, Anguidae, Tejidae*, il se rencontre, outre ce même *N. F.* de 48, des cas où la numération aboutit à des chiffres très voisins, 46 et 50; de telles déviations sont en général aisément explicables: le Teju (*Tupinambis teguixin*) possède 10 *V*,

Fig. 16. Assortiment chromosomique de *Cryptobranchus allegheniensis* (d'après Makino, 1935).

deux petits macrochromosomes en «bâtonnets» et 24 *m*-chromosomes; la comparaison avec les formes à 12 *V* montre que c'est la paire d'atélomitiques la plus

Fig. 17. Homologies chromosomiques de *Cryptobranchus* et de *Megalobatrachus* (d'après Makino, 1935).

petite qui manque pour être vraisemblablement représentée par les deux bâtonnets; une inversion discentrique permet de saisir comment le *N. F.* est abaissé ici de 48 à 46.

Nous avons donc, jusqu'ici, la série robertsonienne suivante:

Agamidae (pro parte) *Chamaeleontidae* *Amphisbaenidae* *Iguanidae* *Gerrhosauridae*	12 *V*	0 *I*	24 *m*-chromosomes (12 chez *Chamaeleon!*)
Helodermatidae	10 *V*	4 *I*	,,
Varanidae	8 *V*	8 *I*	,,
Xantusiidae	6 *V*	12 *I*	,,
Anguidae (pro parte)	4 *V*	16 *I*	,,

Chez l'Agamide *Japarula* (Nakamura, 1931) et chez les *Zonuridae* dont j'ai examiné une seule espèce, les 24 *m*-chromosomes sont présents, mais le *N. F.* est abaissé à 46, les 22 macrochromosomes étant tous télomitiques; il en est de même chez les *Anguidae* du genre *Gerrhonotus* (voir plus haut). Chez les *Geckonidae*, c'est à un *N. F.* de 38 (*Gymnodactylus*) à 46 (*Hemidactylus*) que nous avons affaire. Les *Lacertidae* et les *Scincidae* ont un *N. F.* de 38; mais, chez eux, il n'y a plus qu'une paire de *m*-chromosomes et il y a de nombreuses et excellentes raisons d'homologuer les 12 éléments les plus petits aux 24 *m*-chromosomes des familles où ces éléments existent: je serais enclin à admettre ici des translocations mutuelles avec élimination de centromères. Les *Aniellidae* ont un nombre fondamental de 32 seulement, leur formule se décomposant en 8 grands atélomitiques, 8 grands télomitiques et 8 petits télomitiques; les deux premières catégories correspondant exactement à un assortiment de type *Varanus*, la troisième renfermerait les 24 *m*-chromosomes, ce qui implique une fusion 3 à 3 de ces éléments. Ici encore, il faudrait faire appel à des translocations suivies d'une élimination progressive de

centromères au cours de l'évolution. L'hypothèse tendant à retrouver le *N.F.* de 48 dans les cas où ce *N.F.* présente des valeurs inférieures n'est pas gratuite: elle ressort, d'une part de la comparaison des volumes chromosomiques, d'autre part de certains faits relatifs à la cytologie comparée: c'est ainsi que trois genres d'*Anguidae* possèdent 24 *m*-chromosomes alors qu'un quatrième (*Ophisaurus*) n'en exhibe que 10, dont deux volumineux. Si nous considérons maintenant quelques données supplémentaires, nous pouvons formuler une induction logique, qui nous donne une explication différente de l'abaissement, dans certains cas, du *N.F.* Ces données sont les suivantes: 1) *Sphenodon punctatum*, dont le caractère primitif n'est pas contesté, possède, lui aussi un nombre fondamental de 48 (12 *V*, 18 *I*, 6 *m*-chromosomes, d'après Keenan, 1932); 2) un *N.F.* plus élevé n'est connu que dans un cas où il ascende à 50 (*Ameiva surinamen-*

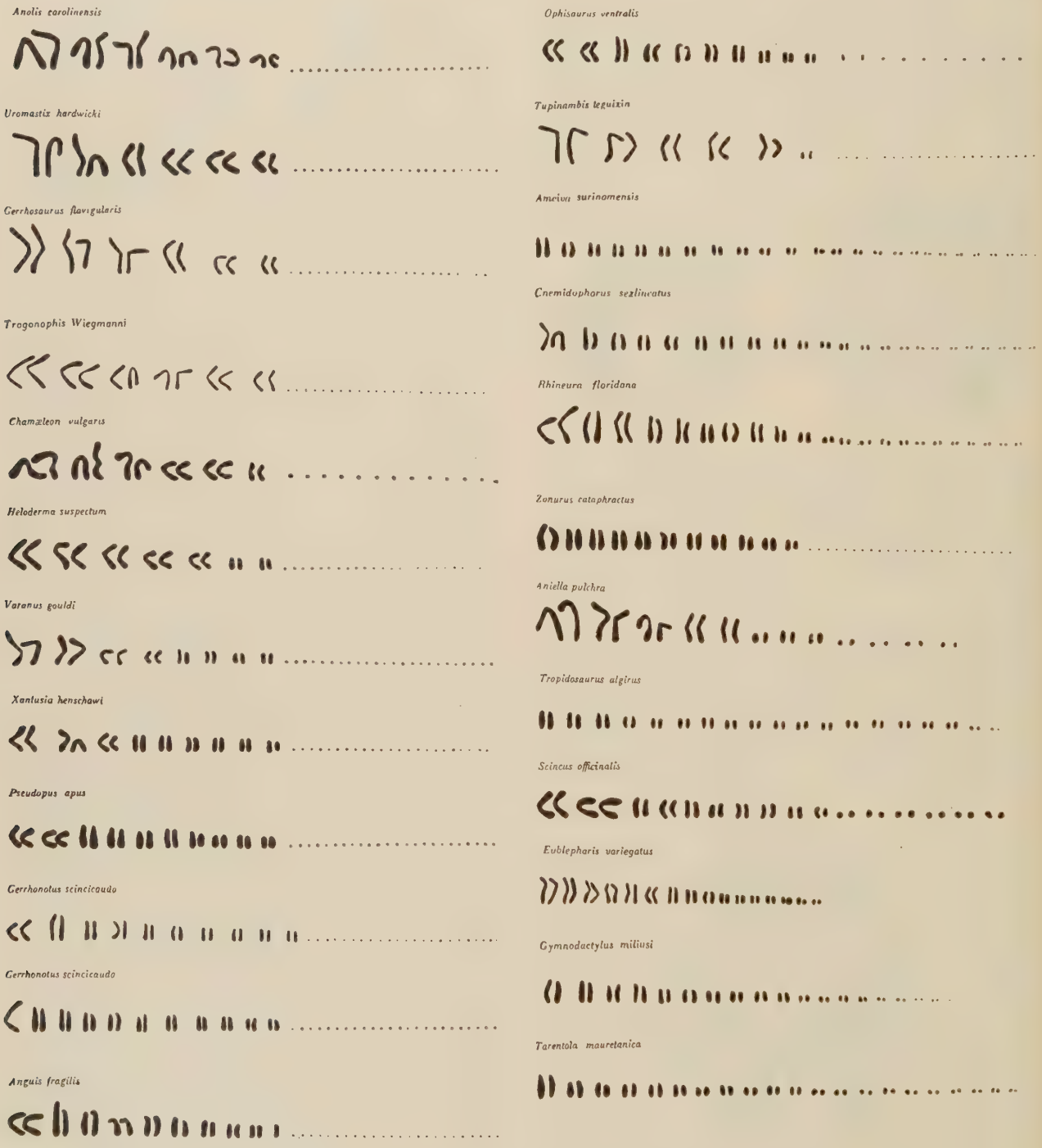


Fig. 18. Assortiments chromosomiques chez 24 espèces de *Lacertilia*. A gauche, les cas robertsoniens typiques; à droite, les cas moins simple (d'après Matthey, 1933).

s); 3) chez les Urodèles, il y a, tantôt 24 atélomitiues disposés en couronne autour d'une plaque vide f. fig. 12*B*), tantôt un nombre approximativement gal de grands chromosomes encerclant de nombreux éments plus petits (fig. 12*A*). Le premier type, il est ntant de le dériver du second par disparition comlète des *m*-chromosomes. Nous arrivons ainsi à la nclusion que les *m*-chromosomes, devenus inertes, euvent disparaître, ce qui nous donne une base nouelle pour la compréhension de *N.F.* inférieurs à 48. t cette valeur de 48 devient très significative: elle reésente pour nous le nombre de base[1] des Lacertiliens.

Dans un certain nombre de cas, la théorie de obertson s'applique encore, mais avec bien moins e précision. Nous pouvons simplement affirmer que, our un groupe donné, le nombre de chromosomes est 'autant moins élevé qu'il y a plus de *V* présents dans formule chromosomique. En ce qui concerne plus pécialement les Mammifères, une difficulté partiulière se présente dans le décompte des atélomitiques. n effet, si, chez les Reptiles, il y a uniquement des *V* ien nets, et, d'autre part, des éléments dont l'attachement — terminal ou subterminal — est suffisamment roche de l'extrémité pour que l'on puisse parler de âtonnets, il n'en est plus de même chez les Mammifères ù des chromosomes à kinétochore submédians se rencontrent souvent, formant une catégorie de transition ifficile à intégrer dans un schéma théorique quelque eu rigide. Passons maintenant en revue quelques uns e ces cas difficiles.

Huit espèces de *Hynobius* (Urodèles) (fig. 19), ont té étudiées par Makino (1932—36) qui arrive aux sultats suivants:

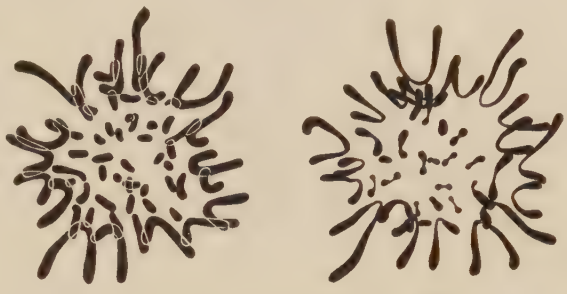
Espèce	*2N*	*Atélomitiques*	*N.F.*
H. retardatus	40	22	62
H. lichenatus	58	18	76
H. tokyoensis	56	20	76
H. nigrescens	56	20	76
H. leechi	56	20	76
H. dunni	56	20	76
H. kimurai	56	20	76

Nous voyons que, si pour 6 espèces, il existe un *N.F.* de 76, la septième ne possède que 62 «bras»; ne espèce assez voisine, *Salamandrella keyserlingii* est otée de 62 chromosomes représentant 74 «bras».

Les *Gekkonidae* (*Lacertilia*) forment une famille nomreuse dont quatre espèces ont été l'objet d'investiations cytologiques de la part de Nakamura (1932) t de Matthey (1931—33):

Espèce	*2N*	*Atélomitiques*	*N.F.*
Tarentola mauretanica .	42	—	42
Gekko japonicus	38	4	42
Hemidactylus bowringii.	46	—	46
Gymnodactylus milliusi.	38	—	38

Le *N.F.* varie donc de 38 à 46 sans atteindre jamais sa valeur théorique de 48.



A B

Fig. 19. Assortiment chromosomique: A) de *Hynobius lichenatus;* B) de *H. retardatus* (d'après Makino, 1932).

Les Chéloniens n'ont été abordés que par quatre auteurs (Matthey, 1931, Nakamura, 1935, Risley, 1936, Oguma, 1937) ayant étudié chacun une espèce.

Espèce	*2N*	*Atélomitiques*	*N.F.*
Emys orbicularis . . .	50	4	54
Clemmys japonica . . .	52	8	60
Sternotherus odoratus . .	50	4	54
Amyda japonica	64	6	70

Ici encore, il n'y a pas de *N.F.* bien constant et la relation *V/I* n'apparaît même pas. De nouvelles investigations seraient intéressantes.

Parmi les Rongeurs, la sous-famille des *Microtinae* (Campagnols) a livré, dans ces dernières années, des données relatives à 9 espèces; je réunis ici les résultats de Cross (1931), Oguma (1935—37), Tateishi (1937), Renaud (1938). J'ai personnellement analysé les cinèses de *Microtus nivalis*, mais je n'ai rien publié à ce sujet.

Espèce	*2N*	*Atélomitiques*	*N.F.*
Arvicola sherman . . .	36	26	62
Microtus montebelli . .	32	22	54
M. townsendii	50	—	50
M. arvalis	46	12	58
M. nivalis	56	—	56
M. kikuchii	28	?	?
Eothenomys melanogaster	56	—	56
Evotomys glareolus . . .	56	—	56
E. bedfordiae	56	—	56

[1] A ne pas confondre avec le «nombre fondamental» *N.F.* Celui-ci exprime le nombre de «bras», celui-là le nombre de chromosomes.

Le *N.F.* varie donc de 50 à 62 et le rapport *V/I* varie conformément à notre hypothèse (fig. 20). Un dernier cas fait par contre sauter les cadres de notre conception théorique et nous amène à quelques considérations finales sur le sens de la formule chromosomique. Ce cas, c'est celui des *Myoxidae* étudiés par mon élève P. RENAUD (1938).

Le Loir *(Glis)* (fig. 21) a autant de *V* que le *Dyromys*, alors que ces deux espèces comptent respectivement 62 et 48 chromosomes. Faut-il entrevoir un mécanisme d'inversions péricentriques consécutif à un mécanisme robertsonien? Faut il avancer l'hypothèse de la polyploïdie? La question, actuellement insoluble, peut être tout au moins précisée dans une certaine mesure, si

Fig. 20. Assortiment chromosomique: A) de *Arvicola sherman;* B) de *Microtus arvalis;* C) de *Evotomys glareolus* (d'après RENAUD, 1938).

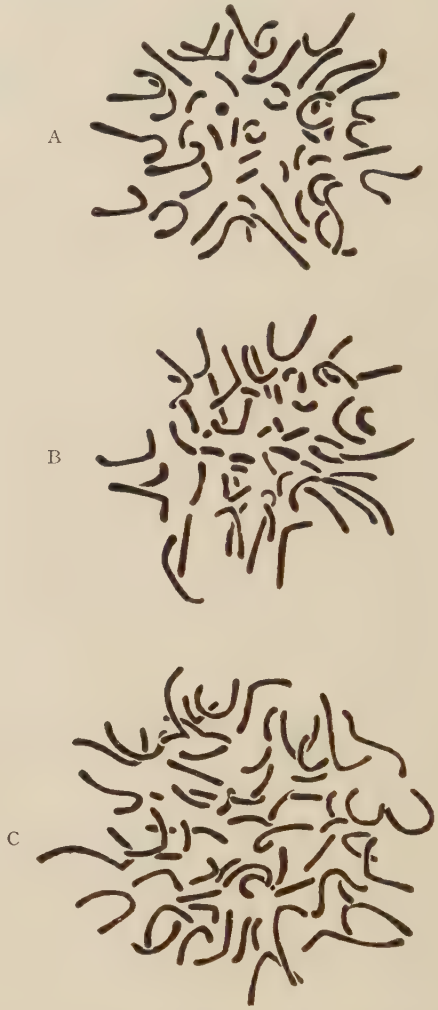


Fig. 21. Assortiment chromosomique: A) de *Muscardinus avellanarius;* B) de *Eliomys quercinus;* C) de *Glis glis* (d'après RENAUD, 1938).

Il existe quatre espèces de *Myoxidae* en Europe centrale; la spermatogénèse, chose curieuse, se déroule durant le sommeil hibernal, de janvier à février. L'analyse cytologique aboutit aux résultats suivants:

Espèce	*2N*	*Atélomitiques*	*N.F.*
Dyromys nitedula . . .	48	30—36	78—84
Muscardinus avellanarius	48	22—28	72—76
Eliomys quercinus . . .	52	20—24	72—76
Glis glis	62	34	96!

nous cherchons maintenant à comprendre la significations des formules chromosomiques.

6. Le nombre des chromosomes et l'évolution des Vertébrés

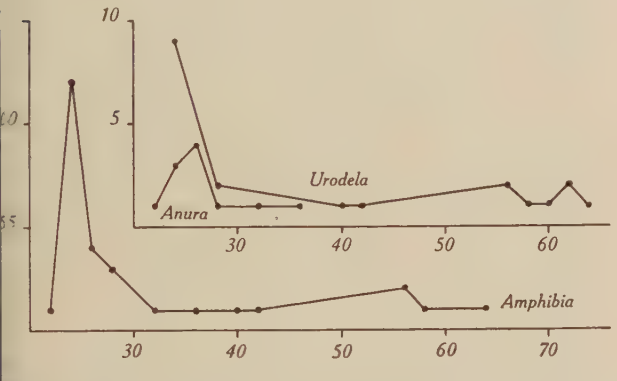
Je n'envisagerai ici que les trois classes de Vertébrés dont l'exploration cytologiques est suffisamment avancée, laissant donc complétement de côté le cas des Poissons et celui des Oiseaux.

Amphibiens. Pour O. KUHN (1939), les trois ordres actuels se sont séparés très précocement, soit au Dévonien. Les Lépospondyles carbonifères se prolongent par les Apodes, et les Adélospondyles par les Urodèles.

es Anoures dérivent de la souche plus primitive ui donna naissance aux Ichthyostégides dévoniens, uis, plus tard, à de nombreux groupes, les uns proto- ypes reptiliens (*Cotylosauria, Seymouriamorpha*), les utres purement amphibiens: parmi ceux-ci les Rachy- omes du Carbonifère et du Permien, auxquels se rat- achent les *Salientia* actuels.

A l'intérieur de l'Ordre des Urodèles, Noble (1931) tablit une série évolutive: les *Hynobiidae* sont les plus nciens et les moins spécialisés; viennent ensuite, par ang de spécialisation croissante, les *Cryptobranchidae, Sirenidae, Proteidae, Ambystomidae, Salamandridae, Amphiumidae, Plethodontidae.* Or, cette série cor- espond à des valeurs numériques décroissantes en ce ui concerne le nombre de chromosomes. Les *Hynobi- dae* sont caractérisés par la possession de 40—60 élé- ents (*N.F.* = 76); chez les *Cryptobranchidae*, il y en a 2 ou 64 (*N.F.* = 70); les *Ambystomidae* ont 28 chromo- omes et les *Salamandridae* 24 (*N.F.* = 48). Cette séria- ion confirme le résultat, auquel nous étions arrivés par ne autre voie, à savoir que le petit nombre de chromo- omes résulte de la disparition des *m*-chromosomes galement de l'association des *I* en *V*) et doit être onsidéré comme un phénomène secondaire.

Si nous examinons maintenant la figure 22, nous oyons que la plupart des Urodèles actuels ont, pré- isément, un nombre peu élevé de chromosomes. Ceci



ig. 22. Fréquences respectives des divers nombres diploïdes connus hez les Amphibiens (courbe du bas) et chez les Urodèles et Anoures courbe du haut). En abscisse, le chiffre de chromosomes; en or- donnée, le nombre de cas où ces chiffres se rencontrent.

arle en faveur d'une élimination déjà très avancé des ypes anciens et de la substitution à ceux-ci de formes pécialisées modernes. Nous dirons donc que, chez les Urodèles primitifs, le nombre de chromosomes, rela- ivement élevé, devait dériver d'un *N.F.* voisin de 6, ce *N.F.* étant ramené à 48 dans les familles les plus voluées.

Etendons notre enquête aux Anoures: la variation umérique est beaucoup moins étendue ($2N = 22-36$). D'après Noble, la spécialisation irait croissant dans la érie *Discoglossidae, Pipidae, Pelobatidae, Ranidae, Brevicepitidae, Bufonidae, Hylidae.* Ici encore, nous otons que les nombres les plus élevés (*Discoglossidae*: $2N = 28-32$; *Pipidae* $2N = 36$) se rencontrent à la base de la série, alors que les *Bufonidae*, qui sont les plus élevés, possèdent aussi le nombre le plus faible de chromosomes (22). Les différences sont moins tranchées que chez les Urodèles et nous avons l'impression que l'Ordre des Anoures est plus pauvre en types archaïques que ce n'est le cas pour les *Caudatae*.

Reptiles. D'après O. Kuhn (1937), Ophidiens et Sauriens ne se sont séparés qu'à la fin du Crétacé. Il faut remonter au Permien pour trouver une souche

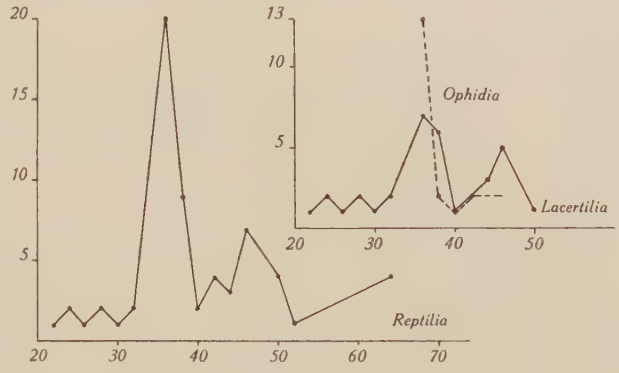


Fig. 23. Même représentation que dans la fig. 22. Reptiles dans leur ensemble; Ophidiens et Lacertiliens.

commune à ces deux ordres et à ceux des Rhynchocéphales et Crocodiliens, ces derniers ayant divergé au Trias. Les Chéloniens, dès le Permien, ont évolué séparément.

Chez les *Lacertilia*, dont presque tous les types familiaux sont cytologiquement connus, on remarquera (fig. 23) la fréquence des nombres chromosomiques 36 et 38. Un deuxième maximum se rencontre pour 46, les valeurs extrêmes étant 24 et 50. Un autre chemin nous avait amené à un nombre fondamental de 48 dans ce groupe. Il semble donc que les processus d'union de télomitiques en atélomitiques tendent à trouver un équilibre autour des valeurs 36—38 d'une part, 46 d'autre part. Chez les Ophidiens, où le *N.F.* est le même, la majorité des espèces étudiées montre de nouveau 36 chromosomes, la variation étant plus faible que chez les Sauriens. Au point de vue évolutif, les familles de *Lacertilia* les plus évoluées (Gadow, 1909, Camp, 1923), *Agamidae, Chamaeleontidae, Iguanidae*, sont aussi celles, où le nombre de chromosomes est le plus petit (12 *V*!). Mais ces familles ne sont pas arrivées à un degré de spécialisation aussi avancé, cytologiquement, que celui des *Salamandridae* parmi les Urodèles: elles conservent encore leurs *m*-chromosomes et n'exhibent donc jamais un fuseau creux.

Les Chéloniens, issus d'une souche précocement ségrégée, ont un nombre de chromosomes élevé (*N.F.* = 54—70), particularité qui se retrouve chez les Oiseaux.

En somme, l'analyse des données fournies par les Amphibiens et les Reptiles nous amène à des résultats cohérents: dans les deux cas, nous aboutissons

à la conclusion qu'un nombre élevé de chromosomes représente un état primitif; dans les deux cas aussi, nous fixons ce nombre primitif, exprimé en télomitiques, aux environs de 70. Et dans les deux cas, l'évolution entraîne, soit par formation d'atélomitiques toujours plus nombreux, soit par l'élimination des *m*-chromosomes, une nouvelle stabilisation du *N.F.* aux environs de 48. Les Mammifères vont maintenant nous proposer un problème plus compliqué, ce qui était déjà le cas, lorsque nous avons tenté d'appliquer à ces animaux la théorie de Robertson.

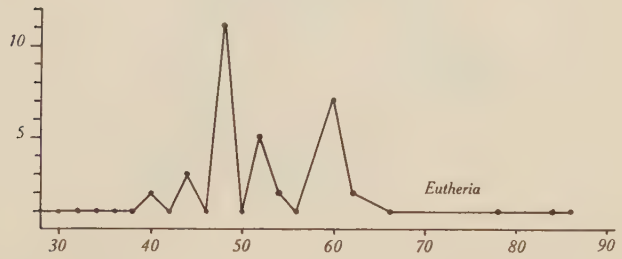


Fig. 24. Même représentation que dans la fig. 22. Mammifères euthériens.

Mammifères. Les Marsupiaux et les Euthériens représentent deux phylums séparés au moins depuis le Trias (Boule, 1935). Au point de vue chromosomique, les Marsupiaux ont le plus souvent 22 chromosomes, les chiffres 14, 16, 20 et 28 étant également connus. Ce chiffre de 28, maximum rencontré chez un Marsupial, correspond au minimum relevé chez les Euthériens (*Sciurus carolinensis leucotus*, d'après Koller, 1936). Ces derniers ont un nombre de chromosomes qui varie de 28 à 86, les fréquences les plus élevées s'observant pour les valeurs 48, 52 et 60 (fig. 24). Les données sont encore insuffisantes pour que nous puissions saisir la signification de ces chiffres. D'une manière générale, comme Painter l'avait déjà reconnu en 1925, les ordres considérés comme peu spécialisés ont une formule diploïde voisine de 48 (Insectivores, beaucoup de Rongeurs et de Carnivores, Primates), le nombre fondamental *N.F.* étant voisin de ce chiffre ou nettement supérieur (60 chez l'Homme).

Lorsque, dans un même ordre, coexistent des espèces relativement primitives et des espèces spécialisées, celles-ci ont un nombre de chromosomes plus élevé que celles-là, sans qu'il soit possible de rendre compte de ce phénomène par la théorie de Robertson: beaucoup de Rongeurs ont 40 ou 42 chromosomes télomitiques, ou, d'une façon plus générale, montrent des formules diploïdes voisines de 48. Mais le nombre peut être beaucoup plus élevé: nous avons vu le cas du Loir ($2N = 62$); je pourrais citer celui du Cobaye ($2N = 66$), ou, mieux encore, celui de *Geomys* et de *Dipodomys*, Rongeurs américains ayant respectivement 84 et 86 chromosomes. Certaines faits sont encore plus déroutants: *Sciurus carolinensis leucotus* n'a que 28 chromosomes (Koller, 1936), alors qu'une autre sous-espèce, *Sciurus carolinensis carolinensis* en possède 48! (Cross, 1931). Dans un cas de ce genre, il est tentant d'admettre une erreur d'observation. Mais les figures de Koller et de Cross démontrent la qualité du matériel qu'ils ont étudié et permettent donc d'exclure cette hypothèse. La détermination serait-elle douteuse?

Beaucoup de Carnivores, dont le *Canidae Nyctereutes*, ont 42 chromosomes; le Chien en a 78 et cet énorme écart n'est dû en rien à des processus robertsoniens. Les *Suidae*, Ongulés primitifs peu spécialisés ont un nombre diploïde peu élevé (30 chromosomes chez le Pécari, 38 chez le Porc); mais les formes les plus évoluées d'Artiodactyles (Bœuf, Chèvre, Mouton) et de Périssodactyles (Cheval) possèdent toutes 60 éléments chromatiques, formule irréductible à celle des *Suidae*.

Nous n'avons donc plus ici à enregistrer une tendance évolutive unique amenant à la diminution du nombre des chromosomes. Au contraire, la spécialisation semble s'accompagner d'un processus non-robertsonien d'augmentation. En présence de ce fait, il est permis de se demander, si les différentes fréquences observées ont réellement une signification, ou si elles ne résultent pas de simples coïncidences: chez les Mammifères, on peut estimer que moins du dixième des genres ont été l'objet d'investigations cytologiques. Toutes les valeurs de 28 à 86 ne seraient-elles pas, en réalité, également représentées et ne serions-nous pas victimes de l'illusion qui consisterait à conclure, après avoir tiré au hasard cinq cartes rouges et trois noires dans un jeu, qu'il y a dans ce jeu plus de cartes rouges que noires? Un ami mathématicien a bien voulu, d'après les données que je lui fournis, examiner la question. Sa conclusion formelle est que les fréquences observées sont parfaitement significatives et nullement illusoires. Nous pouvons donc, sans risque de nous tromper, affirmer que, chez les Mammifères, les processus faisant varier la formule chromosomiale, sont beaucoup plus variés que chez les Amphibiens et les Reptiles, et que la puissance explicative de la théorie de Robertson, très grande chez les Vertébrés inférieurs, est ici d'un maigre secours.

Die Erfahrungsnachwirkung bei Wahrscheinlichkeiten

Von H. Hadwiger, Bern

Wir betrachten eine mit der Zeit t veränderliche ahrscheinlichkeit

$$p(t) = \frac{A(t)}{A(t)+B(t)}, \qquad (1)$$

bei $A(t)$ das Maß der günstigen, $B(t)$ das Maß der günstigen Fälle im Zeitpunkt t bezeichnen soll. Die Betracht gezogene Veränderlichkeit der Wahrheinlichkeit (1) sei eine Folge einer sogenannten *Erahrungsnachwirkung*. Darunter wollen wir hier folndes verstehen:

Wenn das Gegenereignis, dessen Wahrscheinlichit also $1-p(t)$ sein wird, tatsächlich eintritt, so soll s eine «Erfahrung» darstellen, welche zur Folge han soll, daß die Maßzahl $B(t)$ der ungünstigen Fälle he gewisse Reduktion erfährt[1]. Wenn sich nun im ufe der Zeit nach Maßgabe der ihnen jeweils zummenden Wahrscheinlichkeiten solche Gegenignisse einstellen, so wird auf diese Weise die ahrscheinlichkeit (1) zunehmen müssen. Es soll nun sere Aufgabe sein, einen zweckdienlichen *Ansatz* r die Erfassung der soeben auseinandergesetzten fahrungsnachwirkung aufzustellen, und das *maematische Gesetz*, nach welchem die Wahrscheinhkeit (1) zunimmt, zu ermitteln.

Im Hinblick auf die gegebenen Erklärungen ist die chfolgende Ansatzbildung naheliegend:

a) Die Maßzahl $A(t)$ bleibt konstant.

b) Die Maßzahl $B(t)$ erfährt eine Reduktion, die oportional dem Erwartungswert der Anzahl der im itintervall 0 bis t erfolgenden Gegenereignisse ist. ierbei werde eine konstante Total-Ereignisdichte rausgesetzt.

Demzufolge soll also

$$A(t) = A(0);\ B(t) = B(0)\left\{1-\lambda\int_0^t [1-p(\xi)]\,d\xi\right\} \qquad (2)$$

sein. Der Proportionalitätsfaktor λ ist hierbei eine dem betreffenden Nachwirkungsprozeß zugeordnete Konstante. Führen wir noch die Hilfskonstante ω durch

$$\omega = \frac{B(0)}{A(0)};\ p(0) = \frac{1}{1+\omega} \qquad (3)$$

ein, so läßt sich zufolge des Ansatzes (2) für die Wahrscheinlichkeit (1) der Ausdruck schreiben

$$p(t) = \frac{1}{1+\omega-\omega\lambda\int_0^t [1-p(\xi)]\,d\xi}. \qquad (4)$$

Da nun in (4) die zu ermittelnde Wahrscheinlichkeit p auf beiden Seiten vorkommt, liegt eine einfache Funktionalgleichung vor, die in naheliegender Weise sofort in eine Differentialgleichung umgewandelt werden kann. Zunächst schreibt man

$$1+\omega-\omega\lambda\int_0^t [1-p(\xi)]\,d\xi = \frac{1}{p(t)},$$

eine Beziehung, die nach t differenziert[1]

$$-\omega\lambda(1-p) = -\frac{p'}{p^2}$$

liefert, so daß nach einfacher Umformung nun die *Differentialgleichung der Erfahrungsnachwirkung*

$$\boxed{p' = \omega\lambda(p^2-p^3)} \qquad (5)$$

entsteht. Eine erste einfache Diskussion lehrt, daß die Integralkurven, die zu Anfangswerten $0 < p(0) < 1$ gehören, monoton steigend gegen den asymptotischen Wert 1 streben. Wie man aus (5) ableitet, gilt

$$p'' = \omega^2\lambda^2 p^3(2-5p+3p^2). \qquad (6)$$

In den Fällen $p(0) < \frac{2}{3}$ besitzen also die Integralkurven an der Stelle, wo p den Wert $\frac{2}{3}$ erreicht, einen Wendepunkt[2].

Nachfolgend treten wir nun auf Darstellungen der sich als Lösung der Differentialgleichung (5) ergebenden Wahrscheinlichkeit ein.

Die Trennung der Veränderlichen ergibt zunächst die Differentialformel

$$\frac{dp}{p^2(1-p)} = \omega\lambda\,dt,$$

die sodann integriert

[1] Naturgemäß mußte die Darstellung hier allgemein gehalten rden. Es ist aber sehr nützlich, sich die Sachlage durch Wahl eines nkreten Falles klarzumachen. Beispielsweise dient das folgende odell: Ein Arbeiter sei an einer Maschine beschäftigt, d. h. er richte etwa pro Zeiteinheit dort eine Manipulation. A sei nun e Zahl der zulässigen Manipulationen, B dagegen die Zahl der Fehlanipulationen, die einen Betriebsunfall bewirken. Bei grober hematisierung ist dann die Wahrscheinlichkeit für den Arbeiter, o Zeiteinheit *keinen* Unfall zu erleiden, durch den Quotienten $A+B$ gegeben. Wenn nun aber tatsächlich ein Unfall passiert, so rd damit eine Erfahrung verbunden. Die Nachwirkung besteht rin, daß sich der Arbeiter (oder sein Nachfolger!) die betreffende anipulation, die zum Unfall führte, merkt, oder daß eine Wiederlung durch besondere Maßnahmen verunmöglicht wird. Dies mmt einer Reduktion der Zahl B der möglichen Fehlmanipulanen um 1 gleich. Nach K sich im Laufe der Zeit eingestellten triebsunfällen ist die Wahrscheinlichkeit, keinen Unfall zu erleiden, f $A/A+B-K$ angestiegen. Dieser konkreten Deutung von p als nfallwahrscheinlichkeit lassen sich noch verschiedene andere ebenso nfache Interpretationsmöglichkeiten (Erkrankungs- oder Inktionswahrscheinlichkeit, Ausscheidewahrscheinlichkeit bei biogischen Gesamtheiten u. a. m.) an die Seite stellen, wobei eine anage zeitliche Beeinflussung durch Erfahrung wirksam ist.

[1] p sei nachfolgend eine Abkürzung für $p(t)$.

[2] Der Wahrscheinlichkeitswert an der Wendestelle hängt also bemerkenswerterweise nicht von den Konstanten des Nachwirkungsvorganges ab.

$$\log \frac{p}{1-p} - \frac{1}{p} = \omega \lambda t + \log \frac{p(0)}{1-p(0)} - \frac{1}{p(0)}$$

liefert. Mit Verwendung der Hilfskonstanten (3) läßt sich nun die Schlüsselrelation

$$\frac{p}{1-p} e^{-\frac{1}{p}} = \frac{1}{\omega} e^{-(1+\omega)+\omega\lambda t} \tag{7}$$

aufschreiben. Diese kann zunächst dazu verwendet werden, um eine asymptotische Formel abzuleiten. Lösen wir nämlich die sich aus (7) ergebende Beziehung

$$\frac{p}{1-p} = \frac{1}{\omega} e^{-(1+\omega)+\frac{1}{p}+\omega\lambda t}$$

nach dem auf der linken Seite stehenden p auf, so ergibt sich

$$p = \frac{1}{1+\omega e^{1+\omega-\frac{1}{p}-\omega\lambda t}}, \tag{8}$$

so daß im Hinblick auf $p \to 1$ für $t \to \infty$ die asymptotische Formel

$$\boxed{p(t) \sim \frac{1}{1+\omega e^{\omega(1-\lambda t)}}} \tag{9}$$

erzielt wird. Damit ist gezeigt, daß die Zunahme der Wahrscheinlichkeit bei einer Erfahrungsnachwirkung der von uns betrachteten Art asymptotisch durch ein *logistisches Gesetz* gegeben ist [1].

Um eine explizite Reihendarstellung der Lösung zu gewinnen, greifen wir auf die Schlüsselbeziehung (7) zurück. Setzen wir dort

$$z = \frac{1-p}{p} \quad \text{und} \quad w = \omega e^{\omega(1-\lambda t)},$$

so nimmt diese die einfache Form einer transzendenten Beziehung zwischen den Größen z und w an, nämlich

$$z e^z = w. \tag{10}$$

Es existiert eine im Punkt $w=0$ reguläre und dort verschwindende Auflösung z, die in einem hinreichend kleinen Kreis um 0 in eine konvergente Potenzreihe nach w entwickelt werden kann. Es sei also

$$z = \sum_1^\infty a_n w^n. \tag{11}$$

Die Koeffizienten dieser Entwicklung lassen sich in bekannter Weise durch die CAUCHYschen Integrale

$$a_n = \frac{1}{2\pi i} \int \frac{z\,dw}{w^{n+1}} \tag{12}$$

darstellen, wobei sich die Integration über einen nicht zu großen, den Punkt $w=0$ umschließenden Kreis zu erstrecken hat. Führen wir jetzt in (12) die Veränderliche z als Integrationsvariable ein, so ist die Substitution nach (10) zu bewerkstelligen. Der neue Integrationsweg ist dann das Bild des oben erwähnten Kreises in der z-Ebene, also eine kleine, den Punkt $z=0$ einfach umschließende Kurve. So erhalten wir nach einer zweckmäßigen Umformung

$$a_n = \frac{1}{2\pi i} \int e^{-nz} \left(\frac{1}{z^{n-1}} - \frac{1}{z^n} \right) dz. \tag{13}$$

Werden nun die beiden Teile, in die sich das Integral (13) aufspalten läßt, wiederum als CAUCHYsche Integralformeln gelesen, so ergibt sich endlich

$$a_n = \frac{(-n)^{n-2}}{(n-2)!} + \frac{(-n)^{n-1}}{(n-1)!} = (-1)^{n-1} \frac{n^{n-1}}{n!}. \tag{14}$$

So erhalten wir die gesuchte Potenzreihe [1]

$$z = \sum_1^\infty (-1)^{n-1} \frac{n^{n-1}}{n!} w^n. \tag{15}$$

Wie sich auf Grund der bekannten STIRLINGschen Formel mühelos verifizieren läßt, gilt

$$\sqrt[n]{\frac{n^{n-1}}{n!}} \to e \quad (n \to \infty),$$

so daß sich als Konvergenzradius der Reihe (15)

$$\varrho = \frac{1}{e} \tag{16}$$

ergibt. Gemäß der oben erfolgten Substitution ist

$$p = \frac{1}{1+z} \quad \text{und} \quad w = \omega e^{\omega(1-\lambda t)},$$

so daß sich nun die vollständige Darstellung für die Wahrscheinlichkeit p anschreiben läßt, nämlich

$$\boxed{p(t) = \frac{1}{1+\sum_1^\infty (-1)^{n-1} \frac{n^{n-1}}{n!} \omega^n e^{n\omega(1-\lambda t)}}}. \tag{17}$$

Zur Abklärung der Konvergenzfrage muß auf (16)

[1] In diesem Zusammenhang verdient sicher der Umstand einige Beachtung, daß die logistische Funktion von verschiedenen Autoren bereits zur Darstellung der zeitlichen Änderung von Wahrscheinlichkeitswerten herangezogen wurde. Dies geschah z. B. bei der formelmäßigen Erfassung der Sterblichkeitsabnahme (Lebensverbesserung) durch W. P. SCHULER: Ein Verfahren zum Einbezug der säkularen Sterblichkeitsabnahme in die versicherungstechnischen Berechnungen, M.V.S.V. *44*, Heft 1, 107—149 (1944). Die Wahl des logistischen Ansatzes geschieht in allen diesen Fällen unseres Wissens ohne apriorische Motivierung; ausschlaggebend ist eine gute Bewährung, die zum großen Teil auf verschiedenen elementaren Eigenschaften der logistischen Funktion beruht. Vgl. auch P. GLUR: Über analytische Ausgleichung der Sterblichkeitsfläche, Lösung der akademischen Preisaufgabe der Philosophischen Fakultät II der Universität Bern (Durch das Studium der Bevölkerungssterblichkeit, insbesondere in der Schweiz, ist zu untersuchen, welche Funktionen die Abnahme der Sterblichkeit wiederzugeben vermögen.), eingereicht am 1. Oktober 1944.

Wenn wir die hier erörterten Beispiele mit den Resultaten unserer Untersuchung in Zusammenhang bringen, so gehen wir von der Voraussetzung aus, daß das Prinzip der Erfahrungsnachwirkung auch in irgendeiner Form in der belebten Welt gültig sein wird, so daß sich die Veränderung lokaler Konstanten biologischer Gesamtheiten innerhalb großer Zeiträume von diesem Gesichtspunkt aus betrachten läßt.

[1] L. EULER: De serie Lambertiana, Opera Omnia, Serie 1, Bd. 6, S. 354. Vgl. auch G. PÓLYA und G. SZEGÖ: Aufgaben und Lehrsätze aus der Analysis (Berlin 1925), 1. Bd., S. 125, Aufgabe Nr. 209 (Lösung S. 301, Nr. 209). Dort wird die Inversion auf Grund der BÜRMANN-LAGRANGEschen Reihe vollzogen. Der von uns eingeschlagene Weg wurde dagegen auch von G. BOL: Über eine kombinatorische Frage, Abhandlungen aus dem Math. Seminar der Hansischen Universität (1938), 12. Bd., 242—245, beschritten.

rückgegriffen werden; danach konvergiert die Reihe
?) für alle t, für die

$$\omega e^{\omega(1-\lambda t)} < \frac{1}{e}$$

sfällt. So ergibt sich als Konvergenzbedingung

$$t > \frac{1}{\omega\lambda} \log\left[\omega e^{\omega+1}\right]. \qquad (18)$$

e von uns erhaltene Reihendarstellung konvergiert nit für ausreichend große t. Im Falle, daß

$$\omega e^{\omega+1} < 1,$$

also für alle

$$\omega < \sum_{1}^{\infty} (-1)^{n-1} \frac{n^{n-1} e^{-n}}{n!} = 0{,}278464\ldots, \qquad (19)$$

konvergiert die Reihe (17) für alle $t \geqq 0$.

Wenn man die in der Darstellung (17) stehende Reihe mit dem ersten Glied abbricht, so ergibt sich wieder die bereits auf andere Weise gewonnene asymptotische Formel (9).

Vorläufige Mitteilungen - Communications provisoires Comunicati provvisori - Preliminary reports

r die vorläufigen Mitteilungen ist ausschließlich der Autor verantwortlich. – Les auteurs sont seuls responsables des opinions exprimées as ces communications. – Per i comunicati provvisori è responsabile solo l'autore. – The Editors do not hold themselves responsible for the opinions expressed by their correspondents.

Über die Einwirkung von Chlordioxyd auf Pektinstoffe

Nach verschiedenen Untersuchungen[1] werden *Polycharide* von *Chlordioxyd* nur sehr langsam angegriffen. i der Einwirkung dieses Oxydationsmittels auf reine llulose wird, wie jodometrisch leicht bestimmbar ist, n Chlordioxyd verbraucht, und es ist auch keine nahme an Karboxylgruppen der Zellulose festzustel-. *Inkrusten* wie Lignin und Gerbstoffe werden durch lordioxyd jedoch weitgehend in kleinermolekulare uchstücke zerlegt.

Die Beständigkeit hochmolekularer, wasserlöslicher *ktinstoffe* gegenüber *Oxydationsmitteln* kann einfach rch *Viskositätsbestimmungen* an den wässrigen Retionslösungen verfolgt werden. Auf diesem Weg rde bereits früher (Helv. Chim. *26*, 2002, 1943) der ydative Pektinabbau verfolgt. Es zeigen sich schon utliche Abnahmen der Viskosität, wenn ein Verauch des Oxydationsmittels und eine Zunahme von dehyd- und Karboxylgruppen des Pektins analytisch ch kaum zu ermitteln sind. — Die Viskosität wird rch die *Zähigkeitszahl Z* charakterisiert. ($Z = \eta_{sp}/m$. $= \eta_{rel} - 1$; η_{rel} = Verhältnis der Viskosität der Lösung r Viskosität des Lösungsmittels. m = Milliäquivalente rundmolekül des Pektins pro 100 ccm Lösung.)

Die folgenden Messungen zeigen, daß Pektinstoffe rch Chlordioxyd nur in sehr geringem Umfang abgebaut rden. Dabei wurden folgende Faktoren variiert: nwirkungsdauer des Chlordioxydes, Temperatur, nzentration des Chlordioxydes und die Wasserstoffenkonzentration. Aromatische Begleitstoffe des Peks (Gerb- und Farbstoffe) scheinen jedoch mit Chlroxyd leicht wegoxydiert werden zu können.

Nach Tabelle 1 greifen Jod und Chlordioxyd Pektin nicht an. Im Gegensatz zum Chlordioxyd wirkt Jod nicht oxydierend auf die Begleitstoffe des Pektins. Auch schon 0,001 molare Chlor- und Bromlösungen bedingen einen deutlichen Pektinabbau.

Tabelle 1

Einfluß verschiedener Oxydationsmittel

Wäßrige Lösungen.
Oxydationsmittel 0,01 molar.
Pektin (Äqu.-Gewicht 720) 0,20%.
Temperatur 20° C.
Einwirkungsdauer 72 Stunden.
Zähigkeitszahl Z_0 (zu Beginn des Versuches) = 1,62.

Oxydationsmittel	Zähigkeitszahl Z in % von Z_0
Chlor	13,8
Brom	30,7
Jod	100
Chlordioxyd . .	100

Ganz ähnliche Ergebnisse wie in Tabelle 1 wurden bei verschiedenen anderen Pektinpräparaten erhalten. Natriumpektat zeigte — unter sonst gleichen Versuchsbedingungen — durch Chlordioxyd einen sehr geringen Abbau auf 96,5% der Ausgangszähigkeitszahl.

Tabelle 2 zeigt, daß bei höherer Konzentration des Chlordioxydes Pyridinpektat nur ganz schwach abgebaut wird. Pektin blieb unangegriffen. (Eine geringe Viskositätsabnahme kann auch durch Spuren von Salzsäure, die bei der Oxydation von Begleitstoffen entsteht, verursacht werden. Geringe Säuremengen vermindern allgemein die Viskosität von Pektinstofflösungen.)

Bei einer anderen Versuchsreihe wurde die *Temperatur* zwischen 20 und 90° C variiert. Ein hydrolytischer Pektinabbau trat ohne und mit Chlordioxyd in dem gleichen Umfang ein, und zwar in Übereinstimmung mit den Ergebnissen von F. Weber (Dissertation, Zürich, 1944) erst oberhalb 60° C.

[1] E. Schmidt und Mitarbeiter. Viele Arbeiten seit 1923 in W. J. Komarewski, Angew. Chem. *42*, 336 (1929). M. Samec und Ulm, Kollchem. Beih. *43*, 287 (1936). H. Staudinger und Mitbeiter B. *70*, 2502 (1937), Papierfabr. *35*, 462 (1937) und Naturw. 534 (1941). C. V. Holmberg und E. C. Jahn, Paper Trade J. *111*, (1940). H. Korte und W. Kaufmann, Melliand Textilber. *23*, 1 (1942).

Tabelle 2

Einfluß der Einwirkungsdauer des Chlordioxydes.

Wäßrige Lösungen.
Chlordioxyd 0,033 molar.
Pektin bzw. Pyridinpektat 0,20 %.
Temperatur 20° C.

Einwirkungsdauer	Pektin $Z_0 = 1{,}47$	Pyridinpektat $Z_0 = 0{,}85$
	Zähigkeitszahl Z in % von Z_0	
5 Minuten	100	100
10 Minuten	100	100
15 Minuten	100	100
30 Minuten	100	100
1 Stunde	98	100
2 Stunden	98	100
4 Stunden	98	99
6 Stunden	98	93
24 Stunden	100	91

Auch bei systematischer Variation der *Konzentration des Chlordioxydes* (0,00024—0,024 molar) konnte kein Abbau von Natriumpektat festgestellt werden. Die Versuchstemperatur betrug dabei 20° C, die Einwirkungsdauer 30 Minuten und die Natriumpektatkonzentration 1%. Um den Einfluß eventuell entstandener Salzsäure auszuschalten, wurde die Viskosität erst nach Umfällung und Reinigung des Pektates bestimmt. — Bereits mit 0,0014 molarem Chlordioxyd entstand aus dem braunen Präparat ein schneeweißes Pektat. — Die für eine Bleichung zu verwendende Chlordioxydmenge kann in Vorversuchen leicht ermittelt werden. Pektinpräparate, die mit Chlordioxyd behandelt worden sind, verbrauchen kaum Chlordioxyd bei erneuter Behandlung mit diesem Oxydationsmittel.

In einem weiten p_H-Bereich (Tabelle 3) läßt Chlordioxyd den hochpolymeren Zustand des Pektins unbe-

Tabelle 3

Einfluß der Wasserstoffionenkonzentration.

Wäßrige Lösungen.
Chlordioxyd 0,015 molar.
Pektin 0,20%.
Temperatur 15° C.
Einwirkungsdauer 7 Tage.
Pufferlösungen ca. 1/10 molar. Zitratpuffer.
(Nur die sauerste Lösung wurde durch Zusatz von Salzsäure erhalten.)

p_H	Ohne ClO_2	Mit ClO_2
	Zähigkeitszahl Z	
1,1	0,99	0,96
1,9	1,02	1,05
2,9	1,01	1,04
3,9	0,98	1,01
4,8	1,02	1,03
5,7	0,94	0,97
6,5	0,96	0,93

einflußt. *Im alkalischen Gebiet* wird Natriumpektat schwach abgebaut. Chlordioxyd selbst ist im alkalischen Milieu wenig beständig (W. Bray, Z. physik. Chem. *54*, 569, 1906). Da in alkalischer Lösung Pektin unter Abspaltung von Methylalkohol in Pektat übergeht, wurde für diese Messungen nur Natriumpektat verwendet.

Pektinpräparate können auch *im heterogenen System* (z. B. Suspension in verdünntem Alkohol) mit Chlordioxyd behandelt werden. Eine solche Bleichung ist zwar einfacher, aber sie erfolgt viel langsamer und unter etwas größerer Abbaugefahr.

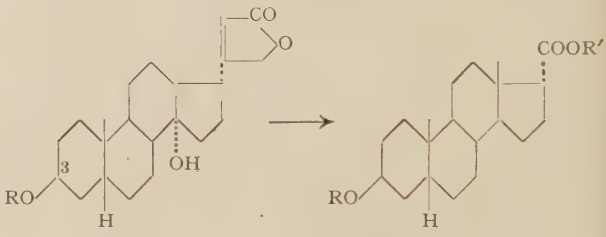
Bei der *Einwirkung von Chlordioxyd auf Pflanzenmaterialien* zur Entfernung von Lignin, Gerbstoffen etc. werden die Pektinstoffe weitgehend geschont. Bei noch nicht abgeschlossenen Untersuchungen über die Verankerung der Pektinstoffe im pflanzlichen Gewebe hat sich Chlordioxyd als recht brauchbar erwiesen.

H. Pallmann und H. Deuel

Agrikulturchem. Institut der Eidg. Techn. Hochschule, Zürich, den 4. Mai 1945.

Konfiguration des Digitoxigenins[1]

Digitoxigenin (II), das Aglykon des Digitoxins (I) sowie anderer[2], teils therapeutisch wichtiger, herzwirksamer Digitalisglykoside[3] wurde nach einer Methode abgebaut, die sich früher beim Digoxigenin bewährt hat[4] und die wir etwas verbessern konnten. Wir er-



I (R = Tridigitoxosidorest) = Digitoxin
II (R = H) = Digitoxigenin
III (R = R' = H)
IV (R = H; R' = CH_3)
V (R = Acetyl; R' = CH_3)

hielten 3β-Oxy-ätio-cholansäure (III), die in Form von Derivaten (IV und V) mit authentischem Material verglichen und sicher identifiziert wurde. Digitoxigenin (II) besitzt demnach in 3-Stellung nicht, wie bisher angenommen wurde[5,6], α-, sondern β-Konfiguration. Dies ist um so auffallender, als das in der gleichen Pflanze (Digitalis lanata) vorkommende Digoxigenin[7,8] ein 3α-Oxyderivat darstellt[4,9].

F. Hunziker und T. Reichstein

Pharmazeutische Anstalt der Universität, Basel, den 12. Mai 1945.

[1] Die ausführliche Publikation erscheint in den Helv. Chim. Acta.

[2] Zum Beispiel Digilanid *A* (aus Digitalis lanata), A. Stoll, W. Kreis, Helv. Chim. Acta *16*, 1049 (1933) und Purpureaglykosid A (aus Digitalis purpurea), A. Stoll, W. Kreis, Helv. Chim. Acta *18*, 120 (1935), vgl. *16*, 1390 (1933).

[3] Glykoside des Digitoxigenins kommen nicht nur in Digitalisarten vor, vgl. Somalin (aus Adenium somalense), M. Hartmann, E. Schlittler, Helv. Chim. Acta *23*, 548 (1940).

[4] M. Steiger, T. Reichstein, Helv. Chim. Acta *21*, 835 (1938).

[5] R. Tschesche, Ber. Deutsch. Chem. Ges. *69*, 2368 (1936).

[6] R. Tschesche, K. Bohle, Ber. Deutsch. Chem. Ges. *69*, 2443 (1936).

[7] S. Smith, J. Chem. Soc. London *(1930)* 508, 2478; *(1935)* 1305.

[8] A. Stoll, W. Kreis, Helv. Chim. Acta *16*, 1390 (1933); *17*, 592 (1934).

[9] H. L. Mason, W. M. Hoehn, J. Amer. Chem. Soc. *60*, 2824 (1938); *61*, 1614 (1939); vgl. auch V. Wenner, T. Reichstein, Helv. Chim. Acta *27*, 965 (1944).

Folgt die Hämolyse dem Alles-oder-Nichts-Gesetz?

Die Frage, ob bei partieller Hämolyse ein Teil der Zellen alles Hämoglobin oder alle einen Teil ihres Hämoglobins abgeben, ist mehrfach untersucht worden[1]. Für Säugetierblut schien sie nach den neueren sorgfältigen Messungen von Saslow (1929)[2] und Parpart (1931)[2] definitiv in dem Sinn entschieden, daß die Hämolyse dem Alles-oder-Nichts-Gesetz folgt, indem die Einzelzelle Hämoglobin bis zum Diffusionsausgleich mit der Außenlösung abgibt. Die Hämolyse würde darin prinzipiell etwa der Depolarisation bei der Erregungsleitung im Nerven oder der Kontraktion des Muskels ähneln, die sich nach den heutigen Vorstellungen durch die Zahl der beteiligten Elemente und nicht durch Variation der Elementarleistung abstufen.

Die experimentelle Basis, auf die sich diese Anschauung stützt, ist indirekt (in erster Linie Vergleich zwischen Zahl der verschwundenen Zellen und Menge des freigesetzten Hämoglobins). Ihre Beweiskraft sei hier nicht diskutiert. Doch scheint eine Beobachtung der Mitteilung wert, die sich bei Untersuchungen über andere Hämolyseprobleme ergab und die die Frage für die osmotische Hämolyse in unmittelbarerer Weise beantwortet.

Suspendiert man defibriniertes Menschenblut 1:10 in hypotonischen Kochsalzlösungen im Konzentrationsgebiet eben beginnender Hämolyse und zentrifugiert nach Erreichen des Hämolysegleichgewichts in Hämatokritröhren geeigneter Form (s. Abb.), so beobachtet man folgendes. Mit zunehmender Hämolyse wird die abgeschleuderte Blutsäule kürzer. Zwischen ihr und der überstehenden klaren Hämoglobinsalzlösung setzt sich, mit scharfer Grenze gegen beide, eine Stromaschicht ab, die mit steigender Hämolyse zunächst länger, später in stark hypotonischen Lösungen wieder kürzer wird. Diese Schicht ist rot gefärbt, und zwar, vor allem in den höchsten noch hämolysierenden Salzkonzentrationen, *wesentlich dunkler als die darüberstehende Lösung* (Abb. 1). Sie kann auf den ersten Blick lackfarbenen Eindruck erwecken, zeigt aber bei seitlicher Beleuchtung ihren Zellgehalt deutlich durch starke Lichtstreuung (Abb. 2).

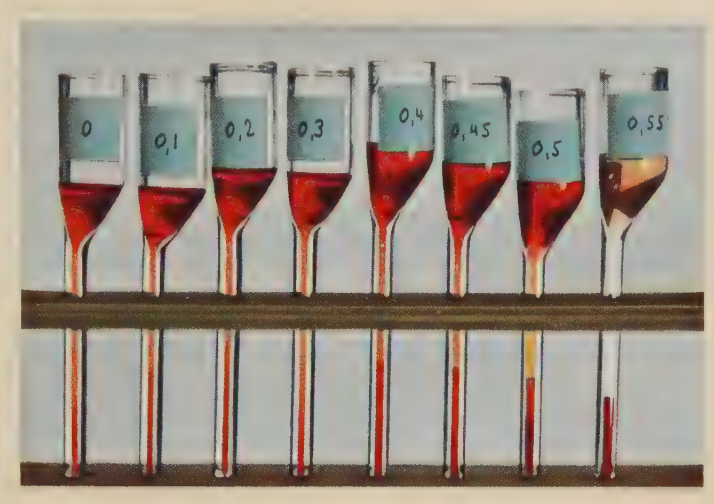


Abb. 1. Suspensionen von Menschenblut 1:10 in hypotonischen Kochsalzlösungen, m/150 mit Phosphat auf p_H 6,8 gepuffert, nach mehreren Stunden zentrifugiert. Die Zahlen geben die Salzkonzentrationen in Einheiten der Isotonie (1 = 0,95% NaCl). Die Stromasäule zeigt, am deutlichsten in 0,5 isoton. NaCl, wesentlich höheren Hämoglobingehalt als die darüberstehende Lösung.

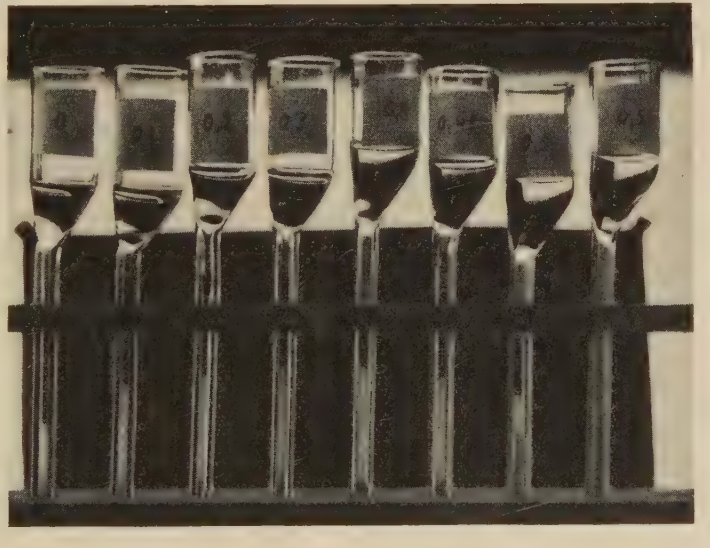


Abb. 2. Derselbe Versuch wie in Abb. 1 mit seitlicher Beleuchtung. Die im durchfallenden Licht lackfarben erscheinende «Stromasäule» erweist sich durch starke Lichtstreuung als aus Zellen zusammengesetzt.

Die Beobachtung zeigt, daß ein Diffusionsausgleich für das Hämoglobin bei osmotischer Hämolyse nicht zustande kommt. Das Hämolysegleichgewicht ist vom Diffusionsausgleich desto weiter entfernt, je geringer der Hämolysegrad ist. Die scharfe Grenze zwischen Blutkörperchen- und Stromasäule zeigt zwar, daß nur ein definierter, mit fallender Salzkonzentration zunehmender Bruchteil der Zellen von der Hämolyse ergriffen wird. Dieser Bruchteil hämolysiert aber desto unvollständiger, je kleiner er ist. Die Hämolyse stuft sich sowohl durch die Zahl der betroffenen Zellen ab als auch durch die Menge des von der Einzelzelle abgegebenen Hämoglobins. Der erste Mechanismus wiegt vor, aber die Existenz des zweiten ist nicht zu bezweifeln.

W. Wilbrandt

Hallerianum und Pharmakologisches Institut, Bern, den 19. März 1945.

[1] L. Dienes, Bioch. Zs. *33*, 268 (1911); S. Ruszнyak, Bioch. Zs. *36*, 94 (1911); H. Handovsky, Arch. exp. Path. Pharm. *69*, 412 (1912); C. Brooks, J. Gen. Physiol. *1*, 61 (1919); J. Baron, Arch. ges. Physiol. *220*, 243 (1928).

[2] G. Saslow, Quart. J. Exp. Physiol. *19*, 329 (1929); A. K. Parpart, Biol. Bull. Mar. Lab. Woods Hole *61*, 500 (1931).

Hypothèse d'identité entre le fin et le grossier comme base de la statistique

On fonde volontiers la théorie cinétique des gaz sur l'hypothèse du désordre moléculaire[1] et la statistique physique (classique ou quantique) sur l'hypothèse de la quasi-ergodicité[2] ou sur celle de l'égalité des probabilités *a priori*[3]. La méthode des probabilités *a priori* convient en particulier à la statistique quantique; cependant, elle est, à notre avis, difficile à comprendre parce qu'on ne voit pas aisément sur quels faits d'ordre physique l'hypothèse qu'elle emploie repose, ni comment elle se rattache à une théorie antérieure.

C'est pourquoi il nous a semblé utile de fonder la statistique quantique (et par conséquent la statistique classique qui doit en découler) sur une nouvelle hypothèse admettant l'égalité «initiale» entre les probabilités dites grossières et les probabilités dites fines du groupe G_l correspondant[4].

Si l'on accepte cette hypothèse, le développement rationnel (que Maxwell avait déjà reconnu) de la statistique consiste non pas à traiter les cas d'équilibre statistique avant de considérer la tendance générale vers un équilibre (théorème H), mais à établir tout d'abord le théorème H sur la base de cette hypothèse pour passer à l'examen des problèmes où la fonction H de Boltzmann (définie au sens quantique) et par conséquent l'entropie sont devenues stationnaires.

En suivant cette méthode, dont la première phase se trouve résumée dans une autre publication[5], on voit que pour arriver à des formules de répartition détaillées (les trois formules habituelles correspondant aux statistiques de Maxwell-Boltzmann et de Bose-Einstein et Fermi-Dirac, ou encore celle de Gentile), il faut indiquer la manière de construire les probabilités qui sont les éléments du calcul.

On procédera comme suit. Ayant démontré[1] le théorème H au moyen de ladite hypothèse (qui se trouve, bien que succintement, précisée dans la Note précitée[2]), on imaginera qu'à une certaine époque prise comme temps $t = 0$ on mesure les probabilités *grossières* ou les grandeurs macroscopiques correspondantes mesurables au sens statistique. Ces probabilités, égalées alors aux probabilités *fines* au temps $t = 0$, serviront de *données initiales*, et comme H est devenue stationnaire, probabilités fines et grossières resteront égales à des fluctuations près.

On démontre alors que l'ensemble canonique, qui suppose une définition implicite de la température, est un modèle convenable d'équilibre statistique; on sait que c'est le seul qu'on puisse adjoindre à l'un de ses semblables sans détruire l'équilibre à température égale. Avec l'ensemble canonique, on établit alors les formules des trois statistiques.

L'idée d'égaler, *au temps* $t = 0$, les probabilités grossières aux probabilités fines, nous a été suggérée par la mécanique rationnelle. On pourrait presque la regarder comme une application du principe de correspondance transposé sur le plan de la statistique. Elle correspond tout à fait au procédé de la mécanique newtonienne consistant à déterminer l'état d'un système mécanique au temps $t > 0$ à partir de conditions initiales.

Le détail de la méthode fera l'objet du dernier chapitre d'un ouvrage intitulé «Leçons et problèmes sur l'Equilibre statistique et l'Evolution de la Matière»[3].

André Mercier

Séminaire de physique théorique de l'Université de Berne, le 25 mai 1945.

[1] Cf. p. ex. Weber und Gans, Repertorium der Physik, I, 2 (Leipzig 1916), siebentes Buch.

[2] Id., achtes Buch. Cf. également Slater and Frank, Introd. to theoretical physics (New York 1933), § 220.

[3] Cf. p. ex. R. C. Tolman, Principles of statistical Mechanics (Oxford 1938).

[4] *Définition de la probabilité fine:* La probabilité quantique qu'a un système de se trouver dans l'état propre φ_n d'une observable A est égale au carré absolu $|\gamma_n|^2$ du cœfficient γ_n apparaissant dans le développement

$$\psi = \sum_n \gamma_n (t)\, \varphi_n$$

de la fonction d'état ψ solution de l'équation de Schrödinger du système.

Lorsqu'on a affaire à un ensemble d'éléments identiques innombrables, on définit, d'après v. Neumann, la moyenne arithmétique ϱ_n des $|\gamma_n|^2$ calculée sur tous les éléments:

$$\varrho_n \underset{\text{Déf.}}{=\!=} \frac{1}{\lambda} \sum_{\nu=1}^{\lambda} \left|\gamma_n^{\nu}\right|^2,$$

λ étant le «nombre» (très grand) des éléments en question. ϱ_n porte le nom de *probabilité fine* du n.ième état.

Rôle de la statistique: pour les mêmes raisons que celles qui exigent l'emploi d'une théorie statistique, on n'est pas en mesure de distinguer des états très rapprochés les uns des autres. On imagine alors les états classés par groupes qui les contiennent en nombres $G_1, \ldots G_l, \ldots$ de manière telle que l'état moyen de l'un des groupes puisse être distingué de l'état moyen de n'importe quel autre groupe. Si les nombres des états répartis par groupes sont réduits jusqu'à ce que la distinction soit tout juste encore possible, on est à la limite inférieure des observations possibles d'une physique macrocosmique.

Définition de la probabilité grossière: A chaque état du groupe G_l correspond une probabilité fine ϱ_n. Si l'on connaissait tous les ϱ_n et les groupes G_l, on pourrait calculer la grandeur P_l suivante:

$$P_l \underset{\text{Déf.}}{=\!=} \frac{1}{G_l} \sum_{i=G_1+G_2+\ldots+G_{l-1}}^{G_1+G_2+\ldots+G_l} \varrho_n .$$

Cette grandeur P_l, qui est une fonction du temps $P_l(t)$, s'appelle *probabilité grossière.*

[5] Mitt. der Naturforsch. Gesellsch. Bern, Neue Folge, 2. Bd. (1945), Sitzungsberichte der math. Vereinigung, p. XXXVII.

[1] La marche du raisonnement est, à part l'hypothèse fondamentale, suggérée par la démonstration de W. Pauli dans le Volume jubilaire dédié à A. Sommerfeld (Leipzig 1928).

[2] Mitt. der Naturforsch. Gesellsch. Bern, Neue Folge, 2. Bd. (1945), Sitzungsberichte der math, Vereinigung, p. XXXVII.

[3] Paraîtra aux Editions du Griffon, Neuchâtel.

Penicillin-Inhalation

Nach den Angaben von Fleming und Mitarbeitern[1] wird mit gleicher Menge Penicillin nach subcutaner oder intramuskulärer Applikation eine längere Dauer wirksamer Konzentration im Blut erhalten, als nach intravenöser Zufuhr. Die Ursache dieser Differenz liegt in der rascheren Ausscheidung durch den Urin nach intravenöser Eingabe. Sofort nach intravenöser Zufuhr besteht eine relativ hohe Blutkonzentration; offenbar ist das Konzentrationsgefälle gegen das Ultrafiltrat in den Glomeruli dann so hoch, daß Penicillin als gut harnfähige Substanz in großen Mengen in das Ultrafiltrat übergeht. Die höchste, konstante, praktisch beliebig zu verlängernde Blutkonzentration ist mit intravenöser oder intrasternaler Dauerinfusion zu erreichen. — Die intravenöse Dauerinfusion hat Unannehmlichkeiten:

[1] Lancet S. 620 und 621 (11. Nov. 1944).

Der Patient hat stundenlang ruhig zu liegen, kleine Bewegungen können die Stellung der Infusionsnadel verändern, so daß die Nadel neu eingeführt werden muß; die langdauernde Prozedur ist nicht schmerzlos, besonders wenn wiederholt punktiert wird; Thrombophlebitiden können auftreten; schließlich braucht die Dauerinfusion ständige Kontrolle durch Arzt und Pflegepersonal. Eine stundenlange intravenöse Dauerinfusion verlangt deshalb Spitalpflege.

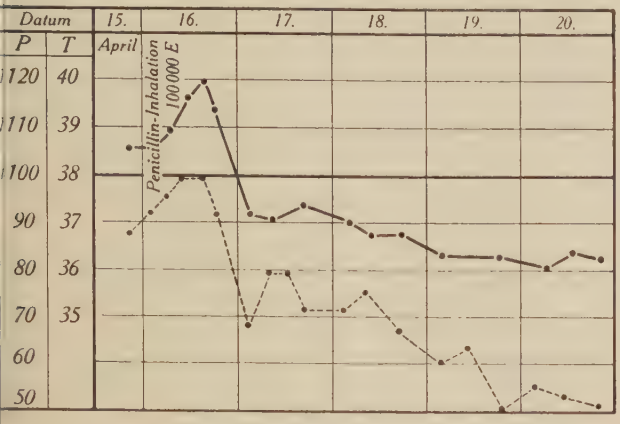


Fig. 1.

nachgewiesen, welche mit einer ca. 1000fach letalen Dosis von Streptococcus haemolyticus infiziert waren. Von 4 Gruppen zu je 4 Mäusen diente eine erste Gruppe als Kontrolle, die drei anderen Gruppen inhalierten während etwa 8 Stunden nach der Infektion penicillinhaltigen Nebel. *Resultat:* Die 4 Kontrolltiere gingen ein; von den 4 Tieren, die ca. 200 Oxford-Einheiten resorbiert hatten, überlebten 3; von den beiden anderen Gruppen, die ca. 300 und 550 Oxford-Einheiten aufgenommen hatten, überlebten alle. Die Wirksamkeit inhalierten Penicillinnebels war damit erwiesen.

Therapeutische Versuche am Menschen wurden an Pneumonien und Lungenabszessen durchgeführt. Wir zerstäubten Penicillinlösungen von 5000 Oxford-Einheiten im ccm und ließen zuerst mit Maske, später auf Vorschlag von Herrn Dr. P. Geiser mit Nasenoliven aus üblichem Mikroinhalator inhalieren. Betrieben wird der Zerstäuber durch den Gasstrom aus einer Sauerstoffbombe mit CO_2-Zusatz.

Resultate: Nach Inhalation von 2mal 50000 Einheiten innerhalb 24 Stunden, d. h. 4mal 2 Stunden entfiebern *Pneumoniekranke* innerhalb 24 Stunden und bleiben nachher ohne weitere Penicillinzufuhr fieberfrei. Die Figur 1 zeigt den Effekt bei einer Pneumokokken-Pneumonie des rechten Oberlappens mit typischem physikalischem und röntgenologischem Befund.

Figur 2 zeigt die Wirkung von Penicillininhalation bei einem Lungenabszeß des linken Oberlappens. Der plötzliche Rückgang des Sputums ist auffällig. 13 Tage später

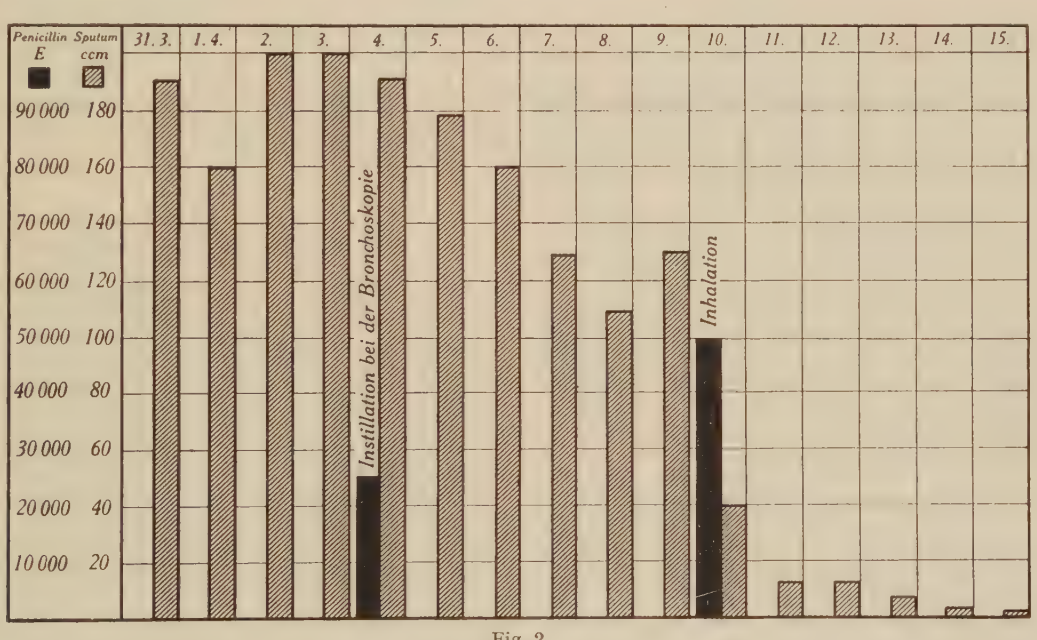


Fig. 2.

Von der Überlegung aus, daß Resorption aus den Luftwegen durch Venae bronchiales und Venae pulmonales praktisch einer intravenösen Injektion entspricht, und daß damit durch beliebig lange Inhalation die intravenöse Dauerinfusion ersetzt werden könnte, habe ich an der Klinik Inhalationsversuche mit Penicillin durchführen lassen.

Tierexperimentell wurde zunächst festgestellt, daß der penicillinhaltige Nebel eine gute Schwebefähigkeit hat, so daß anzunehmen ist, daß Penicillin bei Inhalation bis zu den Alveolen gelangt und auch dort gut resorbiert wird. Herr P.-D. Dr. K. Bucher hat die Wirksamkeit zerstäubter Penicillinlösung an weißen Mäusen

hat der Patient das Spital beschwerdefrei verlassen, ohne daß die Abszeßhöhle röntgenologisch völlig verschwunden war. Bei Lungenabszessen, die durch Penicillininhalation nicht eindeutig beeinflußbar waren, haben wir Penicillinlösung durch den Bronchus oder durch Punktion der Thoraxwand direkt in die Höhle mit Erfolg appliziert.

Außer der relativ angenehmen, gefahrlosen, einfacheren Applikationsweise und dem Vorteil, daß der Patient in seinen sonstigen Bewegungen bei Bettlage wenig behindert ist — er kann auch während der Inhalation trinken oder zur Nahrungszufuhr die Inhalation kurz unterbrechen — ist die prompte therapeutische Wir-

kung mit relativ niedriger Gesamtdosis besonders hervorzuheben.

Nach der Mitteilung von Keefer, Blake, Marshall, Lockwood und Wood[1] genesen Patienten mit Pneumokokken-Pneumonien häufig nach Injektion von 100000 Einheiten innerhalb 3 Tagen; um einen maximalen Effekt zu erzielen, mußten 60000 bis 100000 Einheiten täglich während 4—7 Tagen injiziert werden.

Wenn wir durch Inhalation von 100000 Einheiten einen prompten Effekt sogar innerhalb weniger Stunden erreichen, so muß angenommen werden, daß diese Applikationsweise einen besonders hohen Nutzeffekt aufweist. Diese Annahme ist umso berechtigter, weil ein großer Teil des Penicillins offenbar wieder mit der Ausatmungsluft den Körper verläßt. Entweder wird bei dieser Zufuhrmethode die Blutkonzentration besonders hoch und konstant erhalten, oder die inhalierte Penicillinmenge erreicht die pathogenen Mikroben in der erkrankten Lunge direkt in bakteriostatisch hoch wirksamer Konzentration (Lymphstrom). Für Affektionen der Luftwege und Lungen würde die Inhalation einer lokalen Applikation entsprechen.

H. Staub

Medizinische Universitätsklinik, Basel, den 7. Mai 1945.

[1] J. amer. med. Assoc. (28. Aug. 1943).

La toxémie traumatique

Le syndrome post-traumatique se déclenche après une attrition tissulaire accidentelle (blessure de guerre) ou dirigée (intervention chirurgicale); il conduit parfois à l'état de shock plus ou moins rapidement mortel. Les faits cliniques et les recherches expérimentales nous ont appris que le processus pathogénique fondamental du shock traumatique est une déséquilibre circulatoire entre la masse sanguine circulante et la capacité des vaisseaux, par vasodilatation périphérique et exémie plasmatique.

Les facteurs étiologiques sont nombreux, mais au premier plan on doit placer la composante nerveuse — chaque coup de bistouri sectionne d'innombrables filets sympathiques — et la composante chimique: en effet, toute agression tissulaire détermine la dévitalisation de cellules dont l'autolyse mettra en liberté des produits à haut potentiel vasodilatateur.

Parmi les substances vasculaires actives issues de la désagrégation des noyaux cellulaires et capables de participer à la genèse des troubles circulatoires post-traumatiques, nous avons spécialement envisagé les dérivés de l'adénosine, et notamment le triphosphate d'adénosine. Voici quelles furent nos expériences:

Sous narcose au Narconumal nous avons produit une attrition tissulaire chez des lapins en martelant leurs membres postérieurs à l'aide d'un marteau de caoutchouc durci (150 à 500 coups de marteau en moyenne). Préalablement nous avions interrompu la circulation veineuse de retour par la pose d'un garrot à la racine des cuisses. Ainsi les produits éventuellement libérés par les cellules dévitalisées pouvaient s'amonceler puis, lors de la levée des garrots, ils feraient irruption dans le torrent sanguin.

En outre les deux carotides sont préparées. L'une servira à l'enregistrement de la tension artérielle, l'autre aux prélèvements successifs d'échantillons de sang pour les recherches chimiques, avant et après le rétablissement de la circulation veineuse.

Nous avons observé lors de l'enlèvement des liens une chute immédiate de la tension artérielle qui, partant de 60 à 80 mm Hg, s'effondre à 20 mm Hg en l'espace de quelques secondes et se maintient à ce niveau jusqu'à la mort de l'animal qui survient quelques minutes à ¾ d'heure plus tard.

Alors que le plasma sanguin prélevé avant le rétablissement de la circulation veineuse de retour ne modifie pas dans la règle l'activité du cœur de grenouille préparé selon la méthode de Straub, celui recueilli aussitôt après la levée des garrots détermine une profonde modification de l'amplitude des contractions systoliques, et le tracé enregistré est absolument comparable à celui que l'on obtient en faisant agir une solution de triphosphate d'adénosine.

De plus, le test biologique employé a permis de reconnaître, associée au triphosphate d'adénosine, la présence d'acétylcholine. Et ce fut particulièrement le cas lorsque le shock était d'emblée intense et qu'il entraînait rapidement la mort de l'animal.

Les dosages chimiques, de même que le test biologique, ont révélé en outre une forte augmentation de la teneur du plasma en ions potassium.

Ces données prouvent que le triphosphate d'adénosine, l'acétylcholine et les ions potassiques font irruption dans le sang circulant dès que l'on rétablit l'écoulement du sang veineux de la région contuse et ischémiée vers le reste de l'organisme, et l'apparition de ces corps vasculaires actifs est contemporaine de celle du shock et de la chute de la pression sanguine. Il est probable que d'autres substances interviennent, mais nos recherches n'ont pas pu les déceler ni les identifier.

H. Dubois-Ferrière

Pharmakologisches Institut der Universität Zürich, le 14 mai 1945.

Trehalase in Tuberkelbazillen

Trehalose findet sich in verschiedenen Pilzarten. In den acetonlöslichen Fetten von Tuberkelbazillen und anderen säurefesten Bakterien tritt dieses Disaccharid an die Stelle von Glycerin[1]. Dieser Befund ist umso bemerkenswerter, als Glycerin bei der Kultur der Tuberkelbazillen im synthetischen Nährmedium zu den besten Kohlenstoffquellen gehört[2], während Trehalose nach unseren Befunden das Bakterienwachstum nur in wesentlich geringerem Umfange zu gewährleisten vermag. Der Stoffwechsel der Trehalose (ihr Aufbau und Abbau) in den Tuberkelbazillen verdient darum ein besonderes Interesse.

Wir haben zunächst untersucht, ob Tuberkelbazillen eine Trehalose spaltende Carbohydrase (Trehalase) enthalten. Die Versuche wurden vorwiegend mit wässerigen Extrakten aus jungen Kulturen eines pathogenen bovinen Stammes durchgeführt, die in etwas modifizierter Lockemann-Nährlösung gezüchtet worden waren. Die gewaschene Bakterienmasse (entsprechend 0,5—1 g Trockengewicht) wurde zerrieben und mit 20 cm³ eiskaltem Wasser mehrere Stunden extrahiert. Die nach wiederholtem Zentrifugieren bei hoher Umdrehung gewonnenen Extrakte waren opaleszent und enthielten nur noch ganz spärliche Zelltrümmer. Der zeitliche Ver-

[1] R. J. Anderson und M. S. Newman: J. biol. Chem. *101*, 499 (1933); siehe ferner R. J. Anderson: Fortschr. d. Chemie organ. Naturstoffe *3*, 145 (1939).

[2] Vgl. H. Bloch: Schweiz. Zeitschr. Pathol. Bakter. *7*, 589 (1944).

auf der Trehalosespaltung wurde mit den üblichen Reduktionsmethoden verfolgt. Die Ansätze der in der Tabelle aufgeführten Versuche enthielten: 3 cm³ Extrakt, 1 cm³ 0,2 m. Phosphat von angegebenem p_H, 1 cm³ 10 proz. Trehalose, 3 Tropfen Toluol. Inkubation bei 38°.

Tabelle

Stunden	I $p_H = 4{,}9$	II $p_H = 6{,}2$	III $p_H = 7{,}1$	IV $p_H = 8{,}1$
0	18			
2	57	57	75	36
4	87,5	91	111	54
8	127	110	162	72,5
22	216	123	236	100

Die Werte bedeuten Milligramm Glucose pro 100 cm³ der Versuchslösungen.

Trehalose wird von den Extrakten, die nur einen Teil der in den Bakterien vorhandenen Enzymmenge enthalten, in einem deutlichen Umfange gespalten. Die enzymatische Hydrolyse ist bei saurer bis neutraler Reaktion am größten. Bei der schwach alkalischen Reaktion von p_H etwa 8,1 war in einer anderen Versuchsreihe mit einem etwas weniger aktiven Extrakt eine Trehalosespaltung nur noch andeutungsweise festzustellen. Innerhalb des schwach sauren Bereichs scheint — bei Betrachtung der nach längeren Versuchszeiten erhaltenen Spaltungswerte — ein relatives Minimum der Enzymwirkung aufzutreten. Über die Kinetik der Trehalosespaltung sollen jedoch erst weitere Versuche entscheiden. Erhitzen der Extrakte führt zu deren Inaktivierung. Eine sichere Spaltung von Saccharose und Raffinose konnte mit den bisher erhaltenen, Trehalose spaltenden Extrakten nicht beobachtet werden.

Die durch diese Versuche in Tuberkelbazillen nachgewiesene Trehalase, deren Einheitlichkeit und Substratsspezifität noch näher zu untersuchen sein wird, ist möglicherweise nicht nur für den Abbau, sondern auch für die Synthese der Trehalose in der Bakterienzelle von Bedeutung. Die erwähnte Feststellung, daß Trehalose — im Gegensatz zu der aus ihr bei der Spaltung entstehenden Glucose — als Kohlenstoffquelle im Wachstumsversuch nur wenig geeignet ist, deutet darauf hin, daß das Disaccharid von den Bakterien nicht direkt, sondern erst nach vorausgehender enzymatischer Spaltung in den Stoffwechsel einbezogen wird, wobei auch eine beschränkte Permeabilität der Bakterienzelle für das Disaccharid in Betracht zu ziehen ist.

Hubert Bloch und Heinrich Süllmann

Hygienisches Institut und Augenklinik der Universität, Basel, den 17. Mai 1945.

Bücherbesprechungen - Compte rendu des publications Resoconti delle pubblicazioni - Reviews

L'évolution physiologique

Étude des pertes de fonctions chez les microorganismes. Par André Lwoff, Paris (Actualités scientif. et industr., n° 970, Hermann, éd.), 1944, in-8°, 308 p.

Dans un ouvrage qui contient à la fois le résultat de recherches expérimentales personnelles étendues et méthodiques et une abondante bibliographie portant sur un domaine peu répandu en dehors des bactériologistes, M. A. Lwoff, chef du service de physiologie bactérienne de l'Institut Pasteur apporte le développement et la confirmation des données qu'il avait réunies dans ses «Recherches biologiques sur la nutrition des Protozoaires» parues en 1932.

L'ouvrage comprend en premier lieu un exposé des données relatives à la nutrition des Protistes, et plus spécialement aux facteurs de croissance nécessaires au développement des Protozoaires, des Bactéries et des Champignons. Une classification physiologique des organismes est proposée, qui tient compte à la fois du pouvoir de synthèse, — l'auteur distingue des autotrophes, les mésotrophes et les métatrophes —, et de l'alimentation énergétique et carbonée.

Du point du vue évolutif, qui retient ensuite plus particulièrement l'auteur, il est évident que les formes primitives ne pourront se trouver que dans les types réalisant en eux-même toutes les synthèses nécessaires à partir de substances minérales. Il en résulte que l'évolution physiologique considérée du point de vue des besoins en métabolites essentiels, se traduit, à partir d'un état initial autotrophe, par la perte d'une série de fonctions de synthèse. C'est l'étude comparative du pouvoir de synthèse des Protistes primitifs et évolués, libres et parasites, qui a conduit à attribuer le besoin de facteurs de croissance à des pertes de fonction. Il est encore possible de suivre chez les Flagellés ou les Bactéries les diverses étapes d'une spécialisation au terme de laquelle l'organisme n'est plus capable d'utiliser qu'un seul aliment carboné énergétique.

La dégradation physiologique ainsi définie, l'analyse en est, dans une troisième partie du livre, poursuivie en dehors du cercle des microorganismes dans l'évolution générale des métazoaires. Il devient alors nécessaire, sur des bases expérimentales, de reconsidérer en termes physiologiques les différents aspects de l'évolution morphologique: mutation, orthogenèse et action du milieu extérieur. Dans son irreversibilité, l'évolution physiologique régressive apparaît en dernière analyse à l'auteur comme le corollaire et comme la rançon de la complexité croissante de l'organisation.

D. Bovet

«Schulung und Naturerkenntnis».

Von P. Niggli. Eugen Rentsch Verlag, Zürich 1945

Wir alle sind Zeugen einer schrecklichen Verdrehung der Begriffe und der natürlichen Rangordnungen auf geistigem und ethischem Gebiete geworden und sehen

deren brutale Folgen vor Augen. Wir haben zusehen müssen, wie durch die Mittel der modernen Propaganda seichte Schlagworte nicht nur im Politischen, sondern auf allen Gebieten des kulturellen Lebens wie eine Epidemie sich ausbreiten konnten. Wir wissen auch, daß die erstaunliche Schwächung der Urteilskraft und des Charakters, die in dieser Tatsache ihren Ausdruck findet, keineswegs verschwunden ist und daß die Welt von Morgen uns einen neuen Rückfall bescheren kann.

Es gibt deshalb für jene, in deren Händen die Heranbildung der neuen Generation liegt, keine dringendere Aufgabe, als den Ursachen dieser Zerfallserscheinungen nachzugehen und sie wo immer möglich energisch zu bekämpfen. Der Wege und Mittel gibt es viele! Zweifellos fällt dabei der Schule in *allen* ihren Abstufungen eine kaum zu überschätzende Verantwortung zu.

In seinem Buche «Schulung und Naturerkenntnis» zeigt P. Niggli die zentrale Bedeutung einer richtigen, persönlichkeitsbildenden Schulung des Verstandes. Aus jeder Zeile spürt man den verantwortungsbewußten, leidenschaftlich Anteil nehmenden Forscher und Lehrer von Rang, der sich nicht nur der Wissenschaft, sondern zu allererst *dem Menschen* gegenüber verantwortlich fühlt. Not tut *Menschen*bildung! Von dieser Forderung ausgehend prüft Niggli, was die Naturkunde, Naturwissenschaft und -Erkenntnis zur Stärkung der Urteilskraft an spezifischen Werten beitragen kann. Es erscheint keineswegs überflüssig, wenn er dabei die Notwendigkeit einer Vertiefung der Verstandesbildung überhaupt zuerst begründet. Der Glaube, daß ein Volk zur Urteilskraft und zu einsichtigem, überlegtem Handeln erzogen werden kann, darf uns nicht verlassen, denn unser demokratisches Staatswesen ist auf ein solches Handeln angewiesen. Der Einsicht steht die Gewalt, der Demokratie die Diktatur gegenüber.

Welchen Beitrag zur Lösung dieser Aufgabe kann nun die systematische Beschäftigung mit Objekten und Fragen der Natur geben? Niggli sieht ihn vor allem in der spezifischen Art, wie sorgfältiges Beobachten, Unterscheiden und Definieren die Kritik und das Vermögen, Wesentliches vom Unwesentlichen zu unterscheiden, fördert und das Verständnis für sauberes, klares Denken weckt. Daraus ergibt sich eine Zielsetzung, die jede Schulstufe mit ihren besonderen Mitteln zu erreichen versuchen muss.

Es ist erfreulich, daß der Verfasser sich nicht nur auf die Probleme der Hochschuljugend, des akademischen Nachwuchses und der Einheit der Universitas beschränkt, sondern im Gesamtplan der Ausbildung auch der Volks- und Mittelschule die ihnen gemäße Aufgabe zuweist und keinen Augenblick vergißt, daß es gilt, Pestalozzis eindringliche Forderung nach Erziehung und Bildung zur Menschlichkeit zu verwirklichen. Mit diesem Blick auf den Menschen ergibt sich von selbst auch die Scheidung von Wesentlichem und weniger Wichtigem, so z. B. die Ablehnung der allzusehr auf das Praktische gerichteten Betonung der angewandten Naturwissenschaft und der einseitig auf Erwerb und wirtschaftlichen Vorteil ausgerichteten Einstellung eines großen Teiles der akademischen Jugend.

Es versteht sich bei Niggli von selbst, daß in diesem Zusammenhang auch die Frage nach dem Ziel und den Methoden der Naturerkenntnis, ja des schöpferischen Schaffens überhaupt, behandelt wird. In der Art, wie dies an Beispielen aus der Mathematik, Physik und Mineralogie und durch die Aufdeckung von Parallelen zwischen wissenschaftlicher und künstlerischer Schöpfung (Hodler und Spitteler) erläutert wird, verrät sich die außerordentliche geistige Spannweite des Verfassers.

In diesen wenigen Zeilen konnten nur einige Grundtendenzen des Buches Niggli angedeutet werden; die anregend und klar geschriebene Arbeit vermittelt eine Fülle von Gedanken, mit denen jeder Lehrer und Forscher, gleichgültig auf welchem Gebiete er auch tätig ist, sich auseinandersetzen sollte.

P. Bearth

«Helium»

by W. H. Keesom (Elsevier, Amsterdam 1942)

Im Helium tritt die Materie in einer extremalen Gestalt auf und ist deshalb ein besonders reizvolles Objekt physikalischer Messungen. W. Keesom vom Leydener Physikalischen Laboratorium, selber ein großer Heliumforscher, hat es unternommen, alles, was man über dieses Element weiß, zusammenzutragen, und hat ein Buch von 500 Seiten in englischer Sprache verfaßt, das als Prachtsband ohne jedes Zeichen der Notzeit im Jahre 1942 in Holland erschienen ist. Es bietet eine riesige Fülle von Einzelheiten; beginnend mit der romantischen Entdeckungsgeschichte zählt es mit lückenlosen Belegen auf, was und wie am gasförmigen, am flüssigen und festen Helium gemessen worden ist. Das Schwergewicht liegt auf der Darstellung der Zustandsgrößen und auf der Versuchsmethodik im Bereiche tiefster Temperaturen unter Einschluß einer Beschreibung der merkwürdigen Eigenschaften von Helium II. Ein Kapitel von 90 Seiten befaßt sich mit den Heliumspektren, insbesondere mit dem des normalen Heliumatoms, ein kurzer Schlußabschnitt mit dem Heliumkern. Das Buch ist eine trockene, unkritische, aber eine reichhaltige und überaus eindrucksvolle Schau.

E. Miescher

Kosmische Strahlung

Vorträge, gehalten im Max-Planck-Institut, Berlin-Dahlem, von E. Bagge, F. Bopp, S. Flügge, W. Heisenberg, A. Klemm, J. Meixner, G. Molière, H. Volz, C. F. v. Weizsäcker, K. Wirtz.

Herausgegeben von Werner Heisenberg (Berlin, Springer-Verlag 1943). (173 Seiten.)

Das Büchlein enthält eine Reihe von 15 Vorträgen, die im Rahmen eines von W. Heisenberg geleiteten Kolloquiums gehalten wurden. Es ist A. Sommerfeld zu seinem 75. Geburtstag (5. 12. 43) gewidmet.

Einleitend gibt Heisenberg eine sehr gedrängte Übersicht über die Kenntnisse, die wir gegenwärtig von der kosmischen Strahlung besitzen. Die folgenden Vorträge zeigen, wie unsere heutigen Vorstellungen über die kosmische Strahlung durch theoretische Deutung des sehr komplexen experimentellen Materials begründet werden können. Aus diesen Darstellungen ergibt sich nun allerdings kein in jeder Hinsicht abgerundetes Bild. Dies rührt vor allem daher, daß wir heute noch nichts sicheres über die Natur der primär aus dem Weltenraum auf die Erde auffallenden Strahlung wissen.

Aus dem geomagnetischen Effekt folgt, daß die Primärstrahlung in der Hauptsache aus geladenen Teilchen bestehen muß, und man neigte lange dazu, diese für Elektronen zu halten. Eine große Zahl von theo-

etischen Studien sind deshalb unter Zugrundelegung ieser Ansicht unternommen worden. Nun scheinen ber die kurz vor und während des Krieges in Amerika ufgestellten Experimente (M. Schein u. a.) zu zeigen, aß die Primärstrahlung aus Protonen besteht, was chon 1934 von T. H. Johnson vermutet wurde. eider ist durch den Krieg eine Weiterentwicklung ieser Untersuchungen behindert worden. Auch sind ns die seit 1941 auf diesem Gebiet in Amerika anestellten Experimente unbekannt. Der derzeitige Stand er Frage wird im vorliegenden Buch im Vortrage von . Wirtz «Die Entstehung der Mesonen» besprochen.

In zwei Referaten wird kurz auf die theoretischen ntersuchungen eingegangen, welche sich mit der sog. Mesontheorie der Kernkräfte befassen (C. F. von Weizsäcker: Theorie des Mesons, S. Flügge: Mesontheorie des Deuterons). Hier überwiegt die gewiß berechtigte kritische Haltung Heisenbergs.

Der letzte Vortrag von J. Meixner gibt einen sehr klaren Überblick über die Theorie des geomagnetischen Effekts.

Das Literaturverzeichnis umfaßt 5 Seiten und dürfte die wesentlichen Veröffentlichungen bis 1941 vollständig umfassen.

Das Büchlein wird vor allem für den Physiker, der sich über die bis jetzt auf diesem Gebiet geleistete Arbeit orientieren will, von großem Nutzen sein.

M. Fierz

Informationen - Informations - Informazioni - Notes

Experientia vor (150) Jahren

Wissenschaftliche Gesellschaften

In *Paris* wird die ehemalige, 1635 von Richelieu egründete «Académie française» unter dem Namen *Institut national» neueröffnet* und durch die Gliederung n drei Klassen auf eine breitere Grundlage gestellt. Der «classe des sciences physiques et mathématiques» ollten die größten Naturforscher des 19. Jahrhunderts ngehören. Die von Monge und Carnot inaugurierte Ecole polytechnique» erhält ihre endgültige Form und eginnt mit dem «Journal de l'école polytechnique», elches die erste große Fachzeitschrift für die exakten Wissenschaften darstellt.

Mathematik

1. Wie aus seinem Briefwechsel mit dem späteren Kopenhagener Astronomen H. C. Schumacher hervorieht, erfindet der junge Göttinger Student Karl Friedrich Gauss (1777—1855) die *Methode der kleinten Quadrate*, die in der Wahrscheinlichkeitsrechnung ine neue Aera eröffnet. Unabhängig von Gauss veröffentlicht der Pariser Mathematiker Adrien-Marie Legendre (1752—1833) dieselbe Entdeckung schon 806, während die erste gedruckte Mitteilung des geniaen deutschen Forschers erst 1809 («Theoria motus corporum coelestium...», Lib. II, sect. III) erscheint.

2. Die beiden Werke «*Géométrie descriptive*» und «*Application de l'analyse à la géométrie...*» des vielseitigen ranzösischen Mathematikers und Politikers Gaspard Monge (1746—1818) *begründen die darstellende Geometrie und die Infinitesimalgeometrie* als neue wissenschaftliche Disziplinen.

Physik

Gaspard Monge gibt die erste wissenschaftliche Erlärung der unter dem Namen «*Fata morgana*» bekannen Luftspiegelung.

Astronomie

Nach der Entdeckung des *Neptun* durch U. J. Leerrier (Paris) und J. U. Galle (Berlin) im Spätommer 1846 stellt sich heraus, daß dieser Planet *schon am 8. und 10. Mai 1795* vom französischen Astronomen Joseph Jérôme Lalande (1732—1807) *gesehen*, jedoch n seiner Eigenschaft als Planet nicht erkannt worden var.

Chemie

1. Die berühmte *Gruppe der «Chymistes Hollandais»*, zu der außer ihrem Stifter Joan Rudolf Deiman (Arzt, 1743—1807) auch die Chemiker Paets van Troostwyk (Mitgründer), Bondt, Nieuwland, Vrolik u. a. gehören, *entdeckt* bei der Destillation des Weingeistes und des Äthers mit konz. Schwefelsäure *das «ölbildende Gas» Äthylen* und stellt dessen Verbindung mit Chlor (Chloräthylen, «Öl der holländischen Chemiker») her, das später von Dumas und Regnault eingehender untersucht wird.

2. Für die *volumetrische Analyse* der Berthollet-schen Bleichflüssigkeit wendet François Antoine Henry Descroizilles die Indigolösung an *(Chlorometrie)*; die «Chlorimetrie» wird 1824 von Gay-Lussac weiter ausgebaut.

3. Dem einstigen Apotheker Martin Heinrich Klaproth (1743—1817) gelingt bei seinen ausgedehnten und sorgfältigen Mineralanalysen unabhängig von Gregor die *Entdeckung der Titansäure*, die in reiner Form jedoch erst später dargestellt wird. Das von Klaproth eingeführte *Ätzkali* trägt wesentlich bei zu der erfolgreichen *Aufschließung der Mineralien.*

4. Im Sinn der umwälzenden Neuerungen der Chemie durch Lavoisier sucht Alexander Nikolaus Scherer das *Ranzigwerden der Fette durch Zutritt von Sauerstoff* zu erklären.

Biologie

1. Im Verlauf seiner *Studien mit dem galvanischen Strom*, die ihn als Gegner Voltas zur Annahme eines in den tierischen Organen angehäuften Fluidums führen, *stellt* Alexander von Humboldt *an sich selber Reizversuche an.* Diese werden später auf seine Anregung hin von C. H. Bischoff u. a. mit der Volta'schen Säule fortgeführt.

2. Der Berliner Arzt und Chemiker Sigismund Friedrich Hermbstädt (1760—1833) schafft in seiner Monographie «*Kurze Einleitung zur chemischen Zergliederung der Vegetabilien*» einige wesentliche Grundlagen für die Pflanzenanalyse, die in biochemischer Hinsicht von großer Bedeutung sind.

3. Mit seinen ersten Arbeiten über den *Bau der Mollusken* legt der junge Georges Cuvier den Grund zu seiner großartigen *vergleichenden Anatomie und Systematik des Tierreiches.*

H. Buess

Allgemeine Biologie — ein Hochschulproblem

Die Organisation des wissenschaftlichen Unterrichts folgt der eigentlichen Forschungsarbeit immer in einigem Abstand. Es braucht jeweils geraume Zeit, bis im Aufbau des Unterrichts Zustände anerkannt werden, die längst Tatsache sind und durchaus positiv eingeschätzt werden. Das ist der selbstverständliche Abstand von Front und Etappe, um in einem noch immer zeitgemäßen Bilde zu reden; doch ist der Rückstand der Einrichtungen des Unterrichtes auch eine klare Folge der sozialen Verflechtungen, die unvermeidlich sind, wenn es sich nicht nur um das Suchen von Wahrheit, sondern auch um Bauten, Räume, Ämter, Besoldungen und gesetzliche Prüfungsreglemente handelt.

Wenn wir hier von einem solchen Problem der Etappe sprechen, so darf man das also nicht einfach als Kritik am Bestehenden auffassen, sondern als einen Hinweis auf neue notwendige Aufgaben des wissenschaftlichen Lebens.

Weite Gebiete der biologischen Forschung haben seit längerer Zeit schon den Rahmen der anerkannten Forschungsfelder der Botanik und der Zoologie gesprengt — ja, die steten Grenzüberschreitungen sind so zahlreich, so nötig und so selbstverständlich geworden, daß ganz im stillen ein neues Arbeitsgebiet der «Allgemeinen Biologie» entstanden ist, das von vielen Forschern gepflegt, von vielen im stillen erstrebt wird, und das auch bereits in manchen Lehrwerken seine ersten Darstellungen gefunden hat. Die Untersuchungen über das Leben der Zelle und des Zellkerns, über Vererbung und Sexualität, über Evolution der Organismen und ihre Grundlage, die experimentelle Erforschung der Mutationen, das allein wäre schon genügend, um den Bereich dieser werdenden besonderen Wissenschaft zu zeigen. Doch gesellen sich auch immer neue Probleme dazu, die ohne Respekt für alte Grenzen ihre Objekte im Pflanzen- oder Tierreich aussuchen: Plasmastruktur, Reizbarkeit, Permeabilität, Fermentwirkungen, Produktion und Aktion der Wirkstoffe, lauter Arbeitsfelder, die mitten im Interessenkreis der Leser der «Experientia» liegen. Die Erforschung der Protisten umfaßt (sogar nomenklatorisch und in Zeitschriften) längst botanische und zoologische Gebiete in selbstverständlicher Überschneidung. Es ist kaum noch nötig, die wachsende Bedeutung dieses allgemein biologischen Schaffens besonders zu betonen.

Der biologische Unterricht unserer Hochschulen ist vom Gedanken dieser allgemeinen Biologie durchtränkt und inspiriert. Aber noch immer ist er gebunden an die speziellen zoologischen und botanischen Institute: nirgends wird in unserem Lande «allgemeine Biologie» anders als in einer notwendig cryptischen Form gelehrt; der junge Biologe muss sich aus den botanischen und zoologischen Vorlesungen selber das Ganze zu bauen suchen, was nicht ohne beträchtliche Lücken und Widersprüche möglich ist und die schöpferische Möglichkeit des beginnenden Forschers für lange Jahre noch übersteigt. Hier ist eine sehr wichtige Lücke auszufüllen, einer bedeutungsvollen Neuerung muß die Bahn bereitet werden. Der Interessenkreis für eine solche umgestaltete Form des biologischen Unterrichtes wäre ein beträchtlicher. Einmal würden viele biotechnische Unternehmungen, die heute schon riesige Industrien sind, durch diesen neuen Unterricht eine viel entsprechendere Ausbildung ihrer wissenschaftlichen Mitarbeiter erlangen. Aber auch die Lehrerbildung würde davon sehr reichen Gewinn haben. Gar nicht zu sprechen von der biologischen Vorbildung des jungen Mediziners, die schon seit einiger Zeit für eine solche gründliche Neuordnung reif wäre und die ja in ihrer Problematik immer wieder zu akademischen Diskussionen Anlaß gibt.

Die Tatsache, daß in unseren botanischen und zoologischen Instituten Tüchtiges geleistet wird und daß in ihrem Unterricht der Geist des allgemein biologischen Forschens lebendig ist, darf uns nicht abhalten, die Forderung der organisatorischen Umgestaltung zu erheben, die nach einer «allgemeinen Biologie» als anerkanntem Gebiet des Unterrichts und der Forschung ruft. Die befreiende Wirkung wäre viel größer, als man es heute meist ahnt oder zugeben wird.

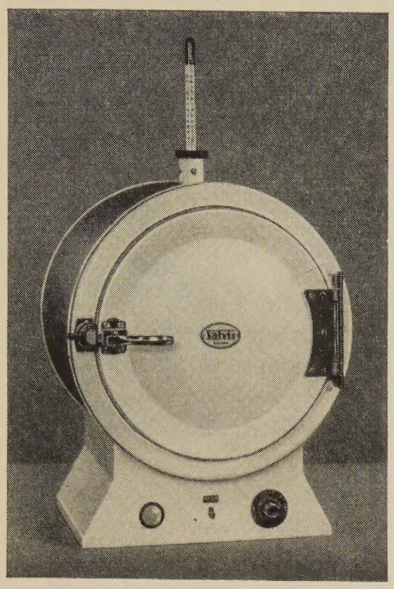
Wohl weiß ich um die großen organisatorischen Fragen, die eine solche Änderung aufwirft und um die Schwierigkeiten, die sie mit sich bringt. Als Leiter eines zoologischen Institutes sind mir auch alle die Probleme des sozialen Lebens und des Bedürfnisses nach Geltung, alle die meist unausgesprochenen menschlichen Hintergründe wohl bekannt, deren Macht sich stets solchen Änderungen hemmend entgegensetzen muß. Doch wird man anderseits wohl zugeben müssen, daß unser Unterrichtswesen unsagbar archaisch sein müßte, wenn man nie den Mut zu notwendigen Neuerungen auch sehr einschneidender Art gefunden hätte. Wir müssen an die Schaffung allgemein biologischen Unterrichts denken, wenn wir so sehr traditionsgebundenen Schweizer nicht warten wollen, bis andere Länder, besonders die vom Krieg umgepflügten und zu radikalem Neubau gezwungenen die neuen Wege beschreiten und uns dann nur noch die beschämende Rolle einer verspäteten Nachahmung lassen!

Diese Notiz ist nicht der Ort, von Einzelheiten zu sprechen, durch die eine Änderung angebahnt werden könnte. Vorschläge dazu liegen bereit. Doch handelt es sich vorerst darum, im Kreise der wissenschaftlich Arbeitenden die neuen Möglichkeiten in ernster, ruhiger Sachlichkeit zu erwägen. Man darf nicht nur an unerwünschte Konkurrenz denken, sondern man muß an die notwendigen Schritte im Interesse der kommenden Zeit denken wollen und muß die gangbaren Wege, wenn sie einmal erkannt sind, ohne Zögern in kühner Zuversicht beschreiten. Es ist die Absicht dieses kurzen Hinweises, ein Gespräch anzuregen, durch das die Pläne zu manchen notwendigen Neuerungen in Ruhe aber zielbewußt gefördert werden sollen.

A. Portmann

Bundessubventionen für Forschungsprojekte in der Schweiz

Die Kommission zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung im Bundesamt für Industrie, Gewerbe und Arbeit teilt mit, daß bis heute aus den Arbeitsbeschaffungskrediten des Bundes insgesamt Beiträge von Fr. 2669560.— zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in der Schweiz gewährt wurden. Es wurden Forschungsprojekte aus den naturwissenschaftlich-technischen Disziplinen subventioniert, die für die Arbeitsbeschaffung im allgemein volkswirtschaftlichen Sinne von erheblicher Bedeutung sind. M.

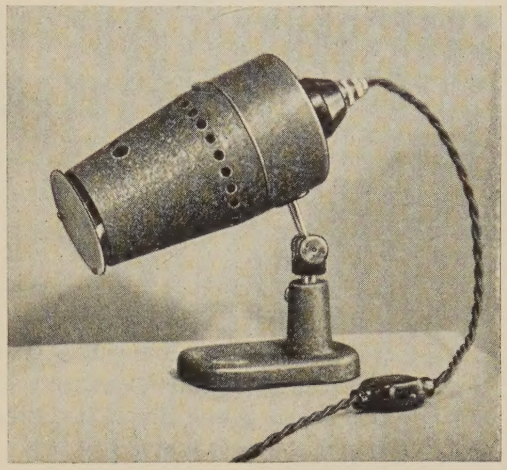


Elektrothermische Geräte für Laboratorien

Glühöfen, Tiegelöfen, Trocken- u. Brutschränke
Wasserbäder, Heizkalotten, Heiztrichter etc.

SALVIS A.G. - LUZERN

Werk in Emmenbrücke Tel. 2 61 16/17



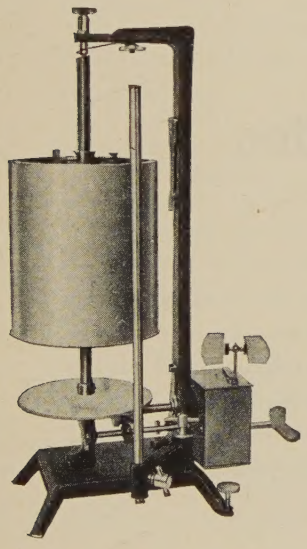
«LUMINA»

die verbreitetste

Mikroskopierlampe

(Eigenfabrikat)

CARL BITTMANN BASEL



Uhrwerk-Kymographion

Registrier-Apparate

Zeit-schreiber

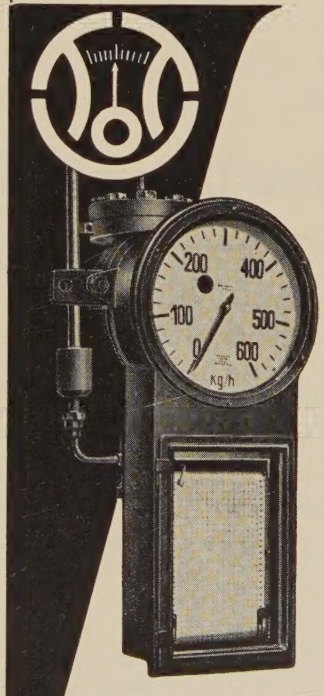
Elektro-Stoppuhren

Physiolo-gische Apparate

Neu-Konstruk-tionen

James Jaquet AG., Basel

Thannerstraße Nr. 19—25 · Telephon: 4 58 52



Elektrische und kalorische Meßinstrumente

Meßwandler Laboratoriums-Meßeinrichtungen Fernmessungen

Hochspannungs-Oscillographen

Elektronen-Mikroskop

Molekularpumpen

Seismographen

TRÜB, TÄUBER & CO. AG.

AMPÈRESTR. 3 ZÜRICH 10 TEL. 26 16 20 gegr. 1893

FABRIK ELEKTR. MESSINSTRUMENTE U. WISSENSCHAFTLICHER APPARATE

HELVETICA CHIMICA ACTA

Eigentum der Schweizerischen chemischen Gesellschaft.
Herausgegeben von einem Redaktionskomitee.

Die Helvetica chimica acta setzen sich das Ziel, die Ergebnisse der Forschungsarbeit sämtlicher in der Schweiz lebender Chemiker, sowie der im Ausland lebenden Chemiker schweizerischer Nationalität in den drei Hauptlandessprachen zu veröffentlichen.

Die Helvetica chimica acta erscheinen jährlich in 6 bis 8 Heften und werden den ordentlichen Mitgliedern der Schweizerischen chemischen Gesellschaft kostenlos zugestellt.

Aufnahmegesuche als Mitglied sind an den Präsidenten, Prof. Dr. *R. Signer,* Chemisches Institut der Universität, Freiestraße 3, *Bern,* zu richten. Geeignete Formulare dazu sind vom Sekretär Dr. *Hs. Nitschmann,* ebendaselbst, zu beziehen.

Der Jahresbeitrag für ordentliche Mitglieder beträgt Fr. 25.—; die im Ausland lebenden Mitglieder haben außerdem die Portokosten für die Zusendung der Zeitschrift im Betrage von Fr. 3.— zu tragen. Alle Zahlungen sind an den Schatzmeister Direktor Dr. *M. Hartmann,* Ciba Aktiengesellschaft, *Basel,* zu richten, Postcheckkonto V 3973.

Nichtmitglieder können die Zeitschrift beim Kommissionsverleger *Georg & Co.,* Freiestraße 10, *Basel,* zum Abonnementspreis von Fr. 35.— plus Porto beziehen.

Neuerscheinung

ERICH V. SCHMID

Ins Innere von Kunststoffen und Kautschuken

Aus der Riesenzahl der synthetischen Kunststoffe, die heute unter den verschiedensten Namen auf dem Markte sind, greift der Verfasser nur einen Teil heraus. Es ist die große Gruppe der Polymerisat-Kunststoffe, unter die auch die künstlichen Kautschuke gezählt werden. Diese Schrift wendet sich in erster Linie an den interessierten Laien und dürfte auch ohne große chemische Vorkenntnisse verständlich sein. An Hand einfacher Molekülbilder und Beispiele werden die Zusammenhänge zwischen Aufbau und Eigenschaften sowie Herstellung und Verwendung klargelegt.

96 Seiten mit 60 Abbildungen und 8 Tabellen. Preis in Ganzleinwand gebunden Fr. 11.50
Prospekt auf Verlangen. Durch jede Buchhandlung zu beziehen.

VERLAG BIRKHÄUSER BASEL